45. Juillet 1919.

28e Numéro spécial : 2 fr.

LA SCIENCE ET LA VIE

Une grande École Supérieure d'Ingénieurs

Organisation de l'École.

L'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie a été fondée en 1891, il y a plus d'un quart de siècle, et elle a rapidement pris une extension considérable.

Elle embrasse, à Paris, dans le quartier de la Sorbonne, un pâté de maisons qui s'étend de la rue Du Sommerard et de la rue Thénard au boulevard Saint-Germain. C'est le siège central comprenant l'Administration, les Magasins, la Librairie, les Amphithéâtres et les salles de cours.

A Arcueil-Cachan, à trois kilomètres de Paris, à quelques minutes par chemin de fer ou tramways électriques, se trouve une vaste Ecole d'application qui ne couvre pas moins de 6 hectares, avec ateliers, laboratoires, galeries de collections, bibliothèques, salles d'études et salles de projets. Un champ d'expériences, unique au monde, permet d'exercer les élèves aux opérations topographiques et de leur faire exécuter, par eux-mêmes, les installations de toutes sortes ayant trait aux travaux publics, aux travaux privés, aux industries mécaniques et électriques (chemins de fer, ponts, bâtiments, exploitation de carrières, lignes à traction électrique, télégraphie sans fil, etc., etc.).

Cette double organisation, qui permet aux professeurs occupés dans l'Industrie de faire leurs cours à Paris, les Chefs de travaux graphiques et projets, Ingénieurs d'ateliers et Chefs de laboratoires étant seuls obligés de se trouver à Arcueil, réalise, pour la première fois en France, le problème de l'Ecole d'application d'Ingénieurs installée en pleine campagne.

Maison de famille.

C'est aussi à Arcueil qu'a été créée, au milieu d'un superbe parc, une Maison de Famille avec Skating, Tennis, Football et vastes terrains de sport.

Caractéristique de l'Enseignement.

Spécialisation.

La caractéristique de l'enseignement de l'Ecole est la spécialisation, sans cependant que cette spécialisation soit faite aux dépens de l'instruction générale technique. Il existe autant d'Ecoles distinctes que de spécialités :

Ecole Supérieure des Travaux Publics *(Diplôme d'Ingénieur des Travaux Publics)* ;

Ecole Supérieure du Bâtiment *(Diplôme d'Ingénieur-Architecte)* ;

Ecole Supérieure de Mécanique et d'Electricité *(Diplôme d'Ingénieur-Electricien)*.

Pour entrer dans une de ces Ecoles Supérieures, il faut subir un simple examen du niveau du concours d'entrée à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Enseignement par correspondance.

Indépendamment de l'Ecole de plein exercice, il a été créé, à l'origine, un Enseignement par Correspondance qui s'est perfectionné et développé à un tel point qu'il ne comprend pas moins de 14.000 Elèves en temps normal.

Le nombre des cours consacrés à cet enseignement est de 160, renfermés dans 300 volumes, tous édités par l'Ecole ; ils sont enseignés par 160 professeurs. C'est la plus importante collection de cours professés qui ait été éditée par une Ecole technique.

La méthode d'Enseignement par Correspondance : l' « Ecole chez soi » consiste à remplacer la leçon orale du Professeur, avec toutes les explications et éclaircissements qu'elle comporte, par un cours écrit, et à obliger l'Elève à apprendre ce cours en lui donnant à faire des exercices choisis de telle sorte qu'il ne puisse les résoudre s'il n'a pas compris le cours et ne s'est pas rendu compte des applications qui peuvent en être faites. Un service spécial de l'Ecole rappelle constamment à l'Elève ses obligations de travail.

Comme pour l'enseignement sur place, à Paris, les élèves de l'enseignement par correspondance peuvent obtenir un diplôme, mais avec des garanties spéciales et après un examen passé à Paris ou dans de grands centres tels que les Capitales d'Etat.

Les diplômes d'Ingénieurs délivrés par correspondance sont :

Ingénieur des Travaux Publics ;
Ingénieur-Topographe ;
Ingénieur-Architecte ;
Ingénieur-Electricien ;
Ingénieur de Mines.

L'influence de l'Enseignement par Correspondance est considérable à l'étranger. Au moment de la guerre, l'Ecole comprenait dans les divers pays étrangers des milliers d'Elèves.

Résultats obtenus.

Les résultats obtenus par l'Ecole sont des plus brillants. Pour les situations industrielles, le placement des élèves s'effectue très facilement par les soins de l'Association des Anciens élèves, dont le nombre des membres n'a cessé de s'accroître même pendant la guerre et qui compte 9.000 sociétaires. Quant aux situations administratives, l'Ecole a, en quelque sorte, conquis le monopole des emplois techniques dans les grandes administrations.

Renseignements, Brochures illustrées, Programmes, etc., envoyés gratuitement sur demande adressée au Secrétaire Général de l'École, rue Thénard, boulevard Saint-Germain, Paris-5e

Édité par
"LA SCIENCE ET LA VIE"

CARTE ROUTIÈRE DE LA FRANCE

Numéro 45
JUIN-JUILLET 1919

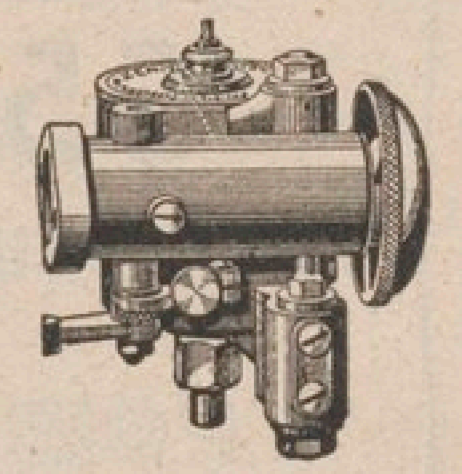
La 10 HP
ANDRÉ CITROËN
INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR 113 A 145 QUAI DE JAVEL. PARIS.
est économique
DEVIS
Torpédo 4 places
tout équipé, démarrage
et éclairage électriques
5 roues amovibles
Michelin dont une de
rechange, toutes munies
de leurs pneumatiques
7950F
Citroen
VITESSE
65 Km
A L'HEURE
POIDS
720 Kg
TOUT ÉQUIPÉE
usure
insignifiante
HUILE
250 Gr
aux
100 Km
ESSENCE
7 ½ litres
aux
100 Km

Les Aviateurs ROGET et COLI sont allés de *Paris au Maroc* sans escale

sur un appareil muni du

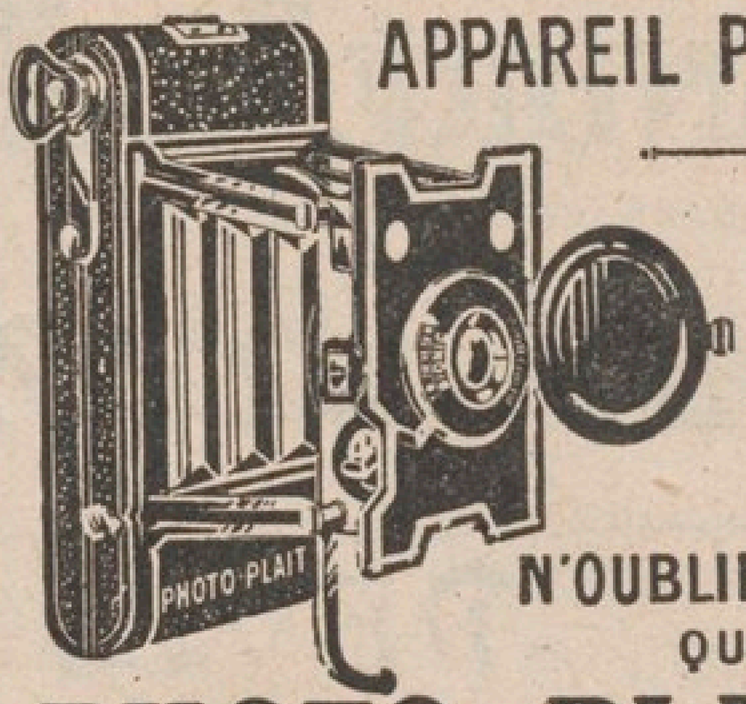
Carburateur ZÉNITH

Avion Bréguet - Moteur Renault



EN EXCURSION & EN VOYAGE !!!

EMPORTEZ UN APPAREIL PHOTO



N'OUBLIEZ PAS QUE

PHOTO - PLAIT

37, Rue Lafayette. PARIS-OPÉRA

VEND LES MEILLEURS APPAREILS

SON CATALOGUE GÉNÉRAL EST ADRESSÉ GRATIS ET FRANCO SUR DEMANDE

RENAULT Billancourt (Seine)

Ses **Voitures** de 10 à 40 HP.
Ses **Camions** de 1.200 k^os^ à 7 T^nes^
Ses **Tracteurs** à 4 roues motrices
Ses **Moteurs** de toutes puissances
Ses **Tracteurs** agricoles à chenilles

Les meilleurs
Les plus économiques

BURBERRYS

VÊTEMENTS IMPERMÉABILISÉS
de VILLE, VOYAGE, CAMPAGNE, SPORT,
et toutes les phases de LA VIE AU GRAND AIR

Fait dans les meilleures qualités de tissus de fabrication britannique et renforcés par l'imperméabilisation, l'équipement *Burberrys* est absolument le meilleur pour les *Sports*, l'*Automobile*, et le *Voyage*. Chaque modèle, spécialement dessiné pour son usage particulier, est le résultat de beaucoup de recherches et d'expériences, réunissant ainsi le point de vue du fabricant-expert et du "World-Traveller".

Le BURBERRY

Le MONTY-COAT

CATALOGUE et ÉCHANTILLONS FRANCO sur DEMANDE

BURBERRYS

TOUT véritable vêtement Burberrys porte cette étiquette.

8 et 10, Boulevard Malesherbes

PARIS

Cable mixte "Securitas"

SUPÉRIEUR à TOUS autres CORDAGES
pour Remorques
et tous usages de la Navigation fluviale
et de la Navigation maritime
POUR PÊCHE AU CHALUT,
pour TRAVAUX PUBLICS, etc.

Demander la Notice Spéciale

Articles de Sports

TENNIS, FOOTBALL, DISQUES, JEUX de plein air, HALTÈRES, EXTENSEURS, BOXE, ESCRIME, TENTES de BAINS de MER, AGRÈS pour GYMNASTIQUE, GYMNASTIQUE SUÉDOISE

:: Demander le Catalogue ::

BARDOU, SAVARD & Cie
CORDERIE CENTRALE
12, Bd Sébastopol, Paris - Tél. Arch. 28-58

?

Les Classeurs
Les Dossiers

" Le GRENADIER "
sont les meilleurs !...

Pourquoi
ne les essayez-vous pas ?

René SUZÉ
9, Cité des Trois-Bornes
PARIS (XIe)

LA SUSPENSION
R.E.P.
Breveté S.G.D.G.

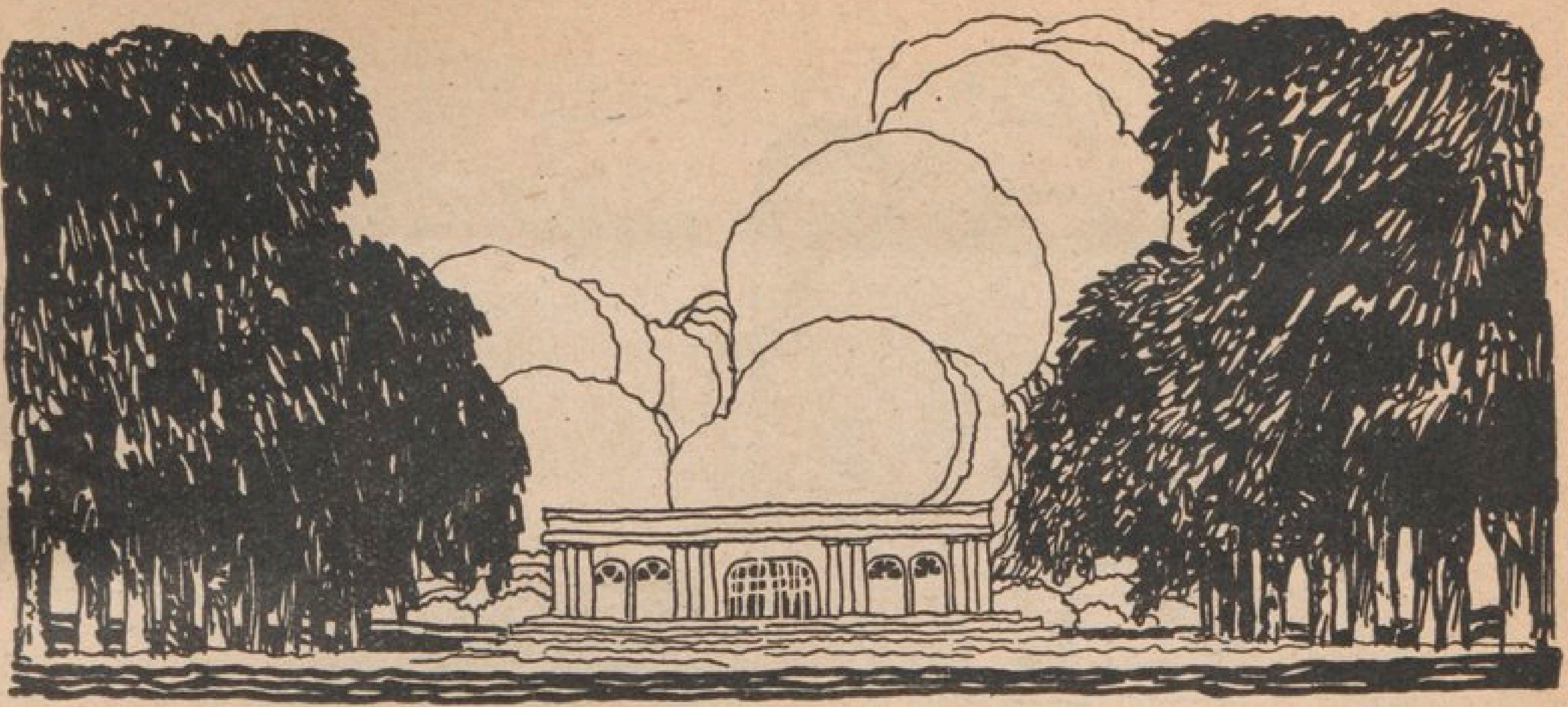
Donne aux Automobilistes circulant sur les plus mauvaises routes, l'illusion de rouler sur les meilleures.

Automobilistes
Exigez de vos Constructeurs qu'ils en dotent votre voiture

Établissements R. E. P
37, Rue des Abondances (Boulogne-sur-Seine), et 47, Chemin de Croix-Morlon à Saint-Alban, Lyon-Monplaisir.

LE GRAND ILLUSTRÉ QUOTIDIEN
EXCELSIOR

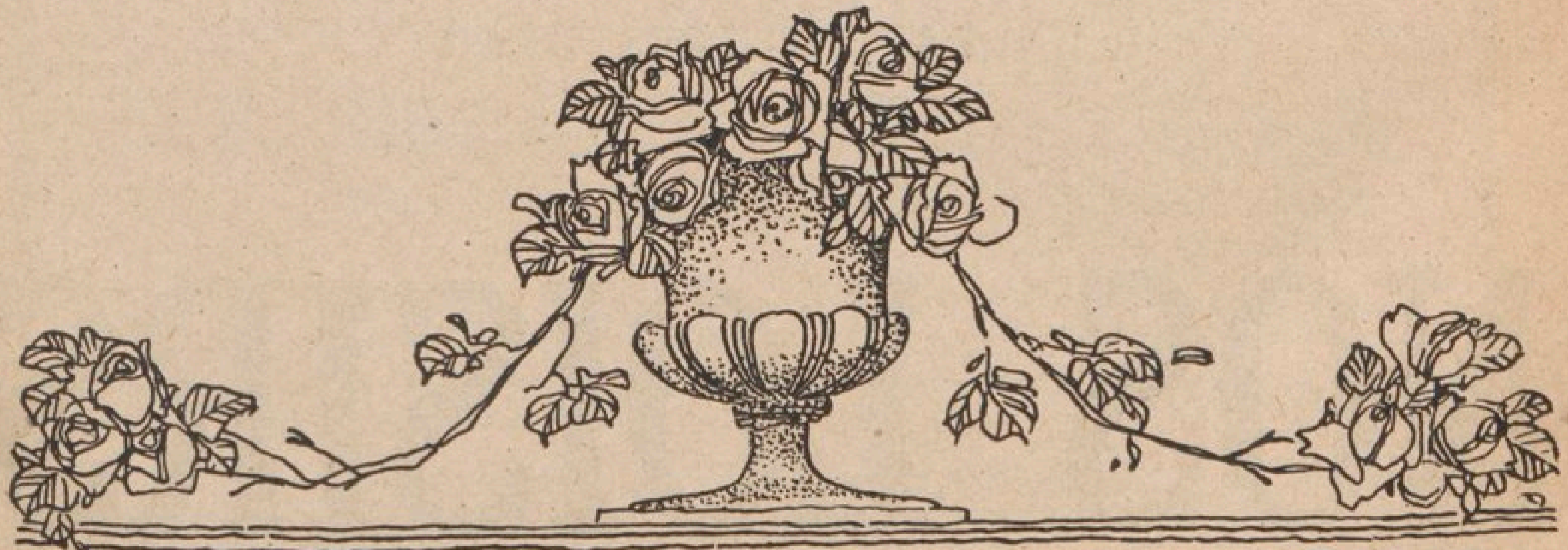
est le
Journal
le plus moderne du monde



LA REVUE

NOS LOISIRS

complètement transformée reparaît
Elle devient la plus grande Revue Littéraire Moderne



SOCIÉTÉ DES REVUES ET PÉRIODIQUES ILLUSTRÉS

Abandonnant complètement une vieille formule, comme on abandonne un vêtement démodé, une Revue populaire d'avant-guerre va se transformer en une Revue Littéraire Moderne. Elégamment vêtue de jaune elle groupera dans ses pages l'élite de nos Littérateurs : Gloires d'Aujourd'hui, Gloires de Demain.

UNE TYPOGRAPHIE TRÈS SOIGNÉE
UNE IMPRESSION TRÈS PROPRE
UN PAPIER TRÈS BEAU

La Revue

NOS LOISIRS

devient la plus grande Revue Littéraire Moderne

POUR LES RÉGIONS DÉTRUITES

PROPRIÉTAIRES,
INDUSTRIELS, ARCHITECTES, ENTREPRENEURS

ne construisez plus !!!

n'installez plus de conduites d'eau sous pression

NI AU SOUS-SOL - NI DANS LES APPARTEMENTS

sans employer les tuyaux de

MÉTAL REX

MAXIMUM
DE RÉSISTANCE A LA PRESSION

REX

MINIMUM
DE RISQUE D'INTOXICATION

LE MÉTAL REX

Est plus résistant que le plomb
Est aussi malléable

Est plus hygiénique
Dure plus longtemps
Se soude mieux

Se pose plus facilement
Se dissimule mieux dans les installations

COUTE MOINS CHER QUE LE PLOMB

ÉCONOMIE DE 40 à 50 %

Économie de 50 % sur les matières - Économie de 50 % sur les transports

La main-d'œuvre, la manutention, les accessoires de pose, tout est MOINS CHER quand on emploie le MÉTAL REX.

LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition ayant fait l'objet d'un avis favorable de la Commission d'examen des inventions intéressant les Armées de Terre et de Mer.

LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition dont l'emploi a été autorisé par les Ministères de la Guerre et de la Marine.

DEMANDER LES NOTICES SPÉCIALES

à MM. MARCEL BASSOT & Cie, 14, r. de Turenne, Paris

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

ÉCOLE DE GÉNIE CIVIL ET DE NAVIGATION

Subventionnée, patronnée ou recommandée par l'Etat, les Industriels et les Armateurs.

73, boulevard Pereire, PARIS-XVIIe (13e Année)

DIRECTEUR J. GALOPIN, ✿, INGÉNIEUR CIVIL, EX-OFFICIER MÉCANICIEN

COURS ENSEIGNÉS :

Mathématiques, Mécanique, Machines à vapeur, Moteurs, Dessin, Électricité, Automobile, Aviation, T. S. F., Langues, Droit, etc.

250 ouvrages rédigés par 90 professeurs spécialistes

Le nombre de cours suivis à l'Ecole a dépassé 200.000 en 1918

Résultats aux Concours et Examens : 96 %

Placement gratuit
par la Société des anciens élèves
(Plus de 3.000 situations procurées)

Revue Technique Mensuelle
LE MÉCANICIEN ÉLECTRICIEN
(Tirage : 12.000)
spécimen gratuit

Cours sur place
Jour et soir.

LEÇONS particulières
COURS de vacances

- 1907 — 10 élèves
- 1908 — 32 élèves
- 1909 — 54 élèves
- 1910 — 87 élèves
- 1911 — 185 élèves
- 1912 — 313 élèves
- 1913 — 1.189 élèves
- 1914 — 2.157 élèves
- 1915 — 3.213 élèves
- 1916 — 3.918 élèves
- 1917 — 5.623 élèves
- 1918 — 8.583 élèves

MARINE DE GUERRE

Tous les Concours du Pont, de la Machine et des Bureaux

MARINE MARCHANDE

Capitaines au long cours, Officiers Mécaniciens et T. S. F., Commissaires et Inspecteurs.

NAVIRE ÉCOLE POUR NOS ÉLÈVES

ARMÉE

Cours d'Aspirants, St-Cyr, etc.

ADMINISTRATIONS

Arsenaux, Mines, Ponts-et-Chaussées, Postes et Télégraphes, Poudres et Salpêtres, Chemins de Fer, Manufactures de l'Etat, Douanes, etc.

ÉCOLES SPÉCIALES

École Centrale, Supérieure d'Électricité, d'Aéronautique, des Ponts, des Postes, Génie Maritime, Physique, Chimie, Polytechnique, Baccalauréats, Licences.

INDUSTRIE

L'école délivre des diplômes pour toutes les branches de l'Industrie et à tous les grades : Ingénieurs, Sous-Ingénieurs, Chefs d'Atelier, Conducteurs, Dessinateurs, Contremaîtres, Monteurs, Surveillants.

Section féminine sur place de calqueuses et dessinatrices industrielles

Renseignements et Programme de 180 pages gratis

BUREAU D'ÉTUDES TECHNIQUES

Pour toutes les branches de l'Industrie

L'Enseignement par Correspondance *permet à chacun de travailler* **seul les matières qu'il veut, quand il le peut et comme il le désire.** *Il est le moyen le plus certain d'améliorer votre situation aujourd'hui ou demain.*

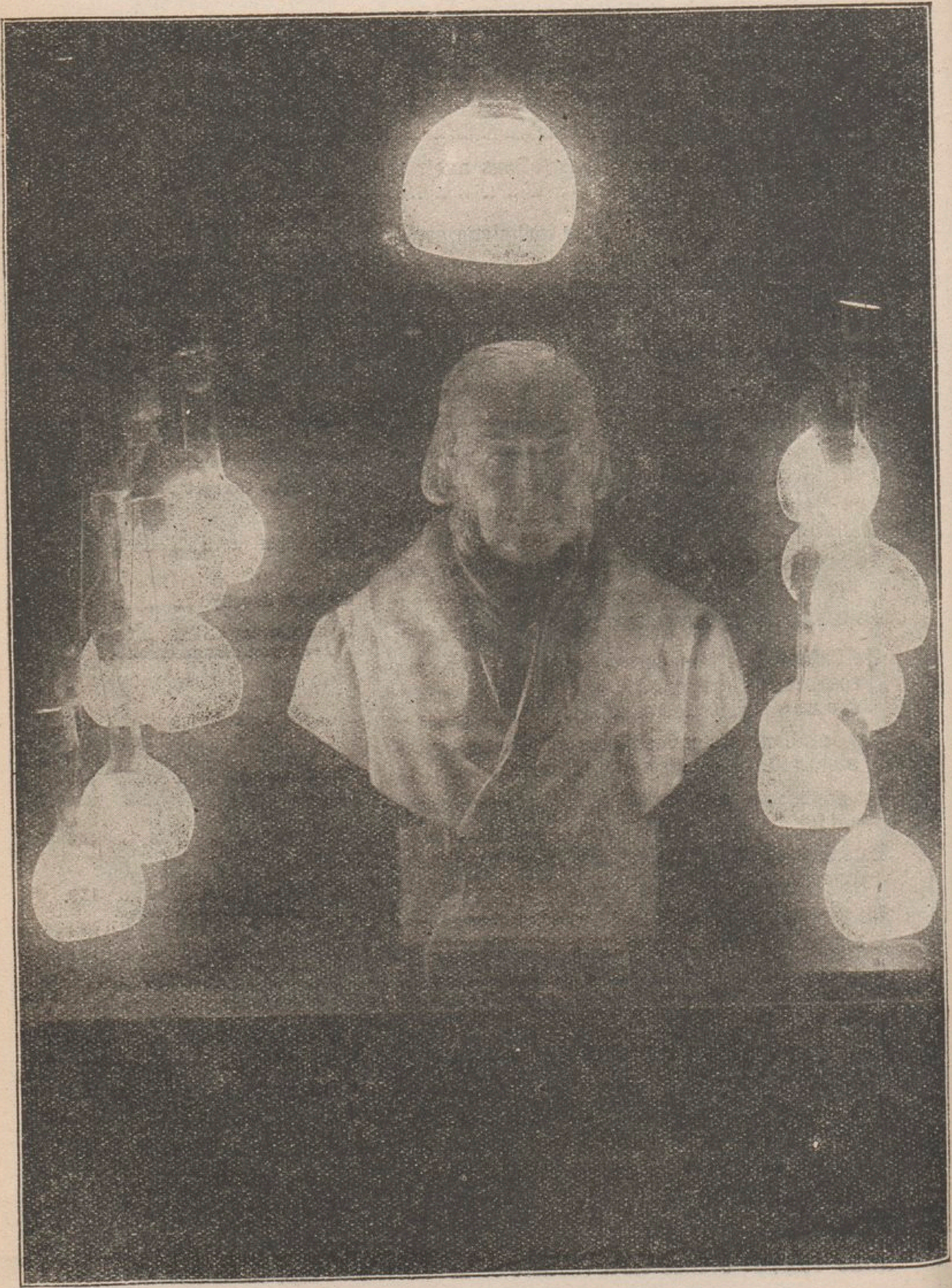
N° 45. # SOMMAIRE Tome XVI.

(JUIN-JUILLET 1919)

La lumière vivante et l'éclairage de l'avenir. ..	Raphaël Dubois .. .. Professeur de physiologie générale à l'Université de Lyon.	3
L'héliogravure rotative, ou rotogravure..	L.-P. Clerc.	13
Les effets lumineux au théâtre.	Marcel Jubin..	25
La science contre les malfaiteurs	Gérard Dupontel..	37
Après la houille blanche, nous allons avoir la houille bleue	Jacques Clamens. .. .. .. Ingénieur hydraulicien.	55
Les escaliers célèbres et leur technique architecturale..	Achille Laumaunier..	65
La construction et le fonctionnement des dynamos	Rodolphe Bang .. .. Prof. de mécanique industrielle.	81
Un thermomètre pour aveugles	César Bouvier	95
Dans les grandes exploitations, le vin se fait mécaniquement	Edgard Bryand	97
Les lampes de poche à magnéto	Albert Courtet	110
Les objectifs et la photographie..	Dominique Grasset	113
Les perfectionnements récents des moteurs Diesel	Just Bégin	123
Les radiotélégrammes peuvent-ils allumer des incendies ?..	Edmond Cuvelly.	129
Le reboisement de nos montagnes	R. de Gourlay .. .. Anc. inspect. des Eaux et Forêts.	133
Un bateau que l'on coupa en deux et dont on renversa chaque moitié pour lui faire traverser un canal	.. ..	143
Les totalisateurs mécaniques et électro-mécaniques du pari mutuel aux courses..	C. Casciani	147
Un convoyeur rotatif travaillant avec un excavateur..	.. ..	158
La fabrication, les propriétés et les usages du ciment..	G. Perchemont .. .. Ingén. des Arts et Manufact.	159
Un perfectionnement à la fabrication des engrenages et des roues dentées	.. ..	172
Comment les troupes américaines furent correctement chaussées avant leur départ pour la France..	Austin Lescarboura..	173
Le mécanisme de l'horloge de la cathédrale de Strasbourg	François Delourche..	177
Une jante démontable qui permet le montage des pneus sans effort ni fatigue.	Charles Sivord	181
Les A-côtés de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)..	V. Rubor	183
L'Esprit et l'Univers spirituel	R. Jobert..	191

HORS TEXTE : Grande carte routière de la France à l'usage des automobilistes.

LE BUSTE DE CLAUDE BERNARD ÉCLAIRÉ PAR DES MICROBES LUMINEUX



Ces microbes, enfermés dans des sortes d'ampoules en verre, répandent une belle clarté lunaire.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs. Étranger, 18 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Juin 1919.*

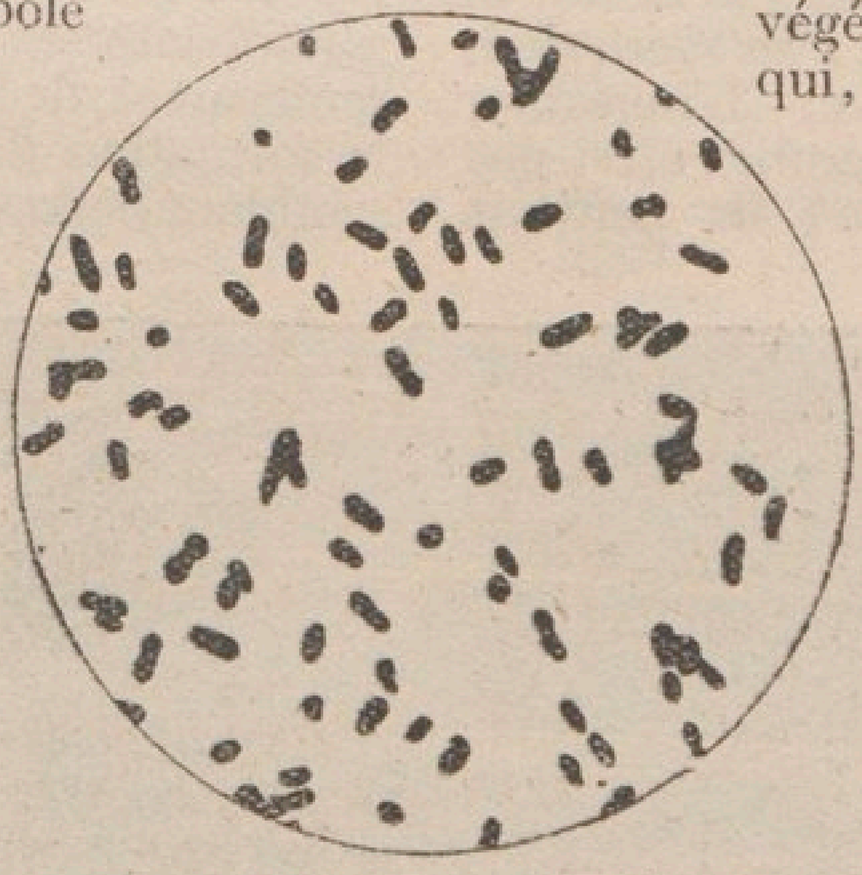
Tome XVI | Juin-Juillet 1919 | Numéro 45

LA LUMIÈRE VIVANTE ET L'ÉCLAIRAGE DE L'AVENIR

Par le docteur Raphaël DUBOIS
PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE A L'UNIVERSITÉ DE LYON

Les êtres animés font non seulement du mouvement, de la chaleur et de l'électricité, mais encore de la lumière plus ou moins vive, et le Ver luisant, que tout le monde connaît, n'a pas le monopole de cette fabrication.

Sur tous les points du globe, dans l'air, dans les prés et les bois, au sein des eaux s'agitent des fanaux vivants, aux lueurs étranges, chatoyantes, incomparablement belles et suggestives pour le poète et plus encore pour le savant, car c'est par milliers que se comptent les travaux entrepris pour arracher à la nature son merveilleux secret. A la surface des océans, parfois sur d'immenses étendues, la mer lutte de splendeur avec le firmament étoilé, tandis que, dans la profondeur des abîmes, de féeriques illuminations s'allument tout à coup dans des forêts de polypiers, au passage d'animaux fantastiques, tout enguirlandés eux-mêmes de perles étincelantes, de feux dont l'étrange éclat ferait pâlir les plus somptueuses parures.



GROUPE DE PHOTOBACTÉRIES OU MICROBES LUMINEUX

Les végétaux aussi produisent de la lumière. Dans les sombres galeries où le mineur, que guette le grisou, promène son dangereux et triste lumignon, des mycéliums de champignons luisent sur de vieilles poutres vermoulues d'une pâle, tranquille et inoffensive clarté lunaire.

Ce sont encore des organes végétatifs de champignons qui, dans les forêts, causent la phosphorescence des vieilles souches, des feuilles et des bois morts. Des champignons adultes, comme l'Agaric de l'olivier, commun en Provence, brillent également dans l'obscurité. Au Brésil, en Australie, la lumière vert émeraude d'autres espèces est si vive que l'on peut facilement voir l'heure à une montre ou lire un journal ou un livre avec ce vivant flambeau.

Les plus curieux, les plus extraordinaires de tous sont ces infiniment petits champignons que sont les microbes lumineux ou *Photobactéries*.

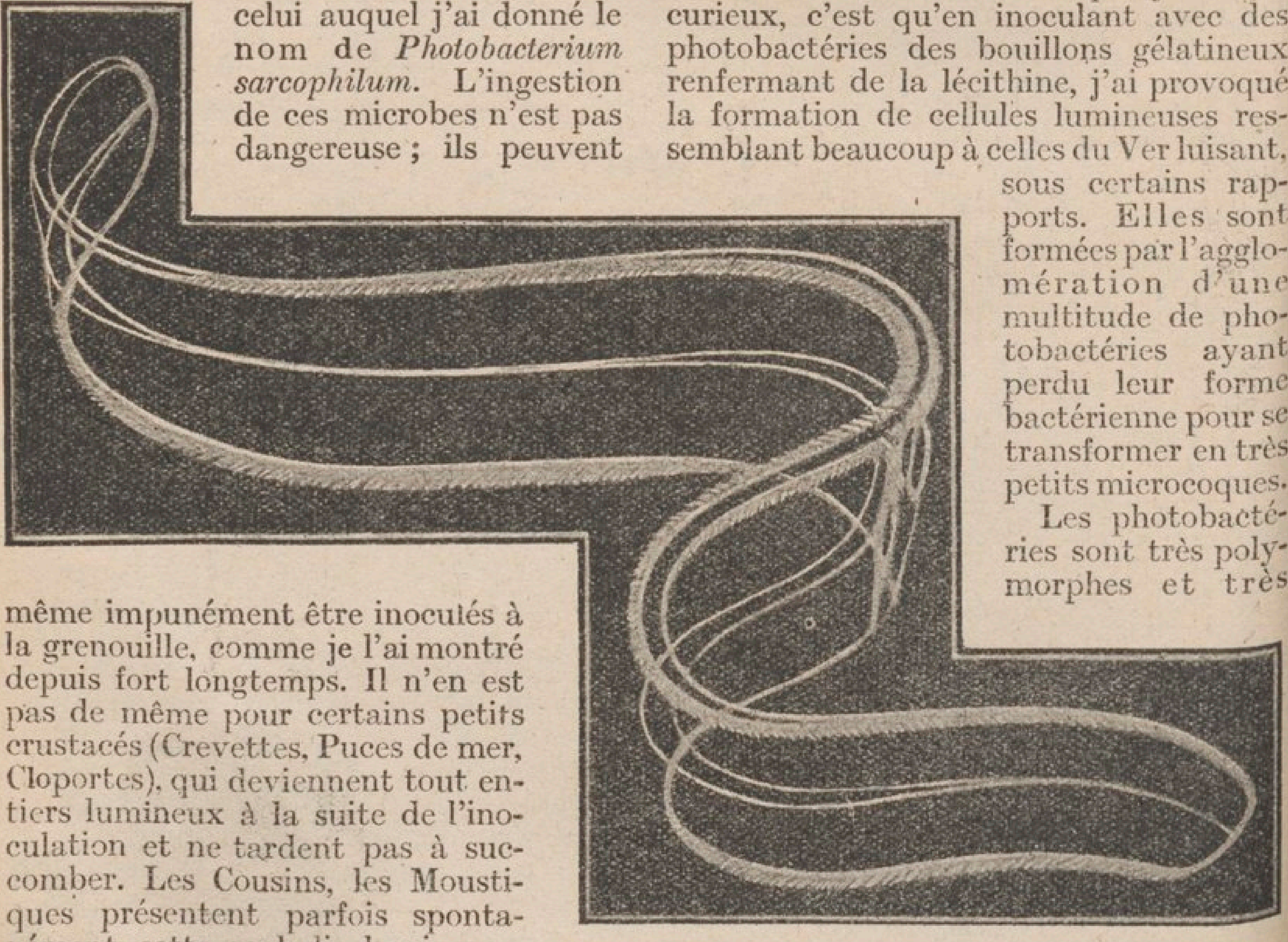
On en connaît une trentaine d'espèces d'origine marine. Elles sont particulièrement abondantes dans le mucus de la peau des poissons de mer, mais leur phosphorescence ne se développe que vingt-quatre ou quarante-huit heures après que l'animal a été retiré de l'eau. Elle se communique facilement par contagion microbienne à la viande de bouche-

« ARMILLARIA MELLENS », CHAMPIGNON LUMINEUX

rie. Cette dernière devient même souvent lumineuse quand on l'expose simplement à l'air après l'avoir humectée d'eau salée à 3 %. La phosphorescence est continue, mais elle n'est bien visible que la nuit, quand l'œil est reposé de la lumière du jour. Le premier microbe phosphorescent de la viande, isolé et cultivé à l'état de pureté, est celui auquel j'ai donné le nom de *Photobacterium sarcophilum*. L'ingestion de ces microbes n'est pas dangereuse ; ils peuvent même impunément être inoculés à la grenouille, comme je l'ai montré depuis fort longtemps. Il n'en est pas de même pour certains petits crustacés (Crevettes, Puces de mer, Cloportes), qui deviennent tout entiers lumineux à la suite de l'inoculation et ne tardent pas à succomber. Les Cousins, les Moustiques présentent parfois spontanément cette maladie lumineuse, et peut être pourrait-on, par ce moyen, essayer de détruire ces agents propagateurs de germes nuisibles tels que ceux du paludisme.

J'ai trouvé des microbes lumineux non pathogènes dans l'intérieur des organes de certains animaux phosphorescents par eux-mêmes. On a mal interprété mon observation en prétendant que ce sont des microbes normaux ou *symbiotes* qui produisent la lumière animale physiologique. Mais ce qu'il y a de très curieux, c'est qu'en inoculant avec des photobactéries des bouillons gélatineux renfermant de la lécithine, j'ai provoqué la formation de cellules lumineuses ressemblant beaucoup à celles du Ver luisant, sous certains rapports. Elles sont formées par l'agglomération d'une multitude de photobactéries ayant perdu leur forme bactérienne pour se transformer en très petits microcoques.

Les photobactéries sont très polymorphes et très



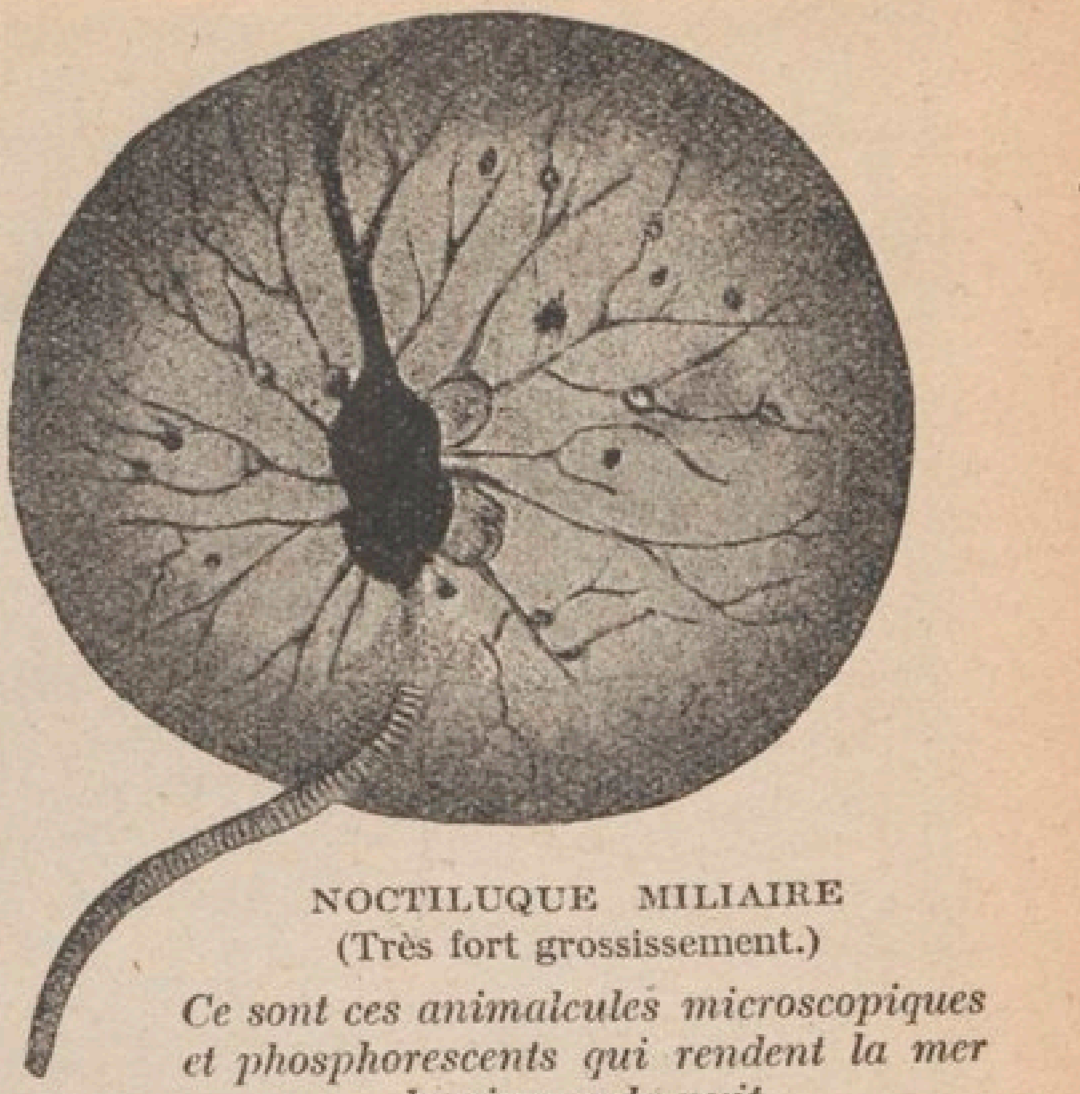
« CESTUM VENERIS », OU CEINTURE DE VÉNUS

Cet animal photogène vit principalement dans la Méditerranée; il atteint jusqu'à 1 m. 50 de longueur.

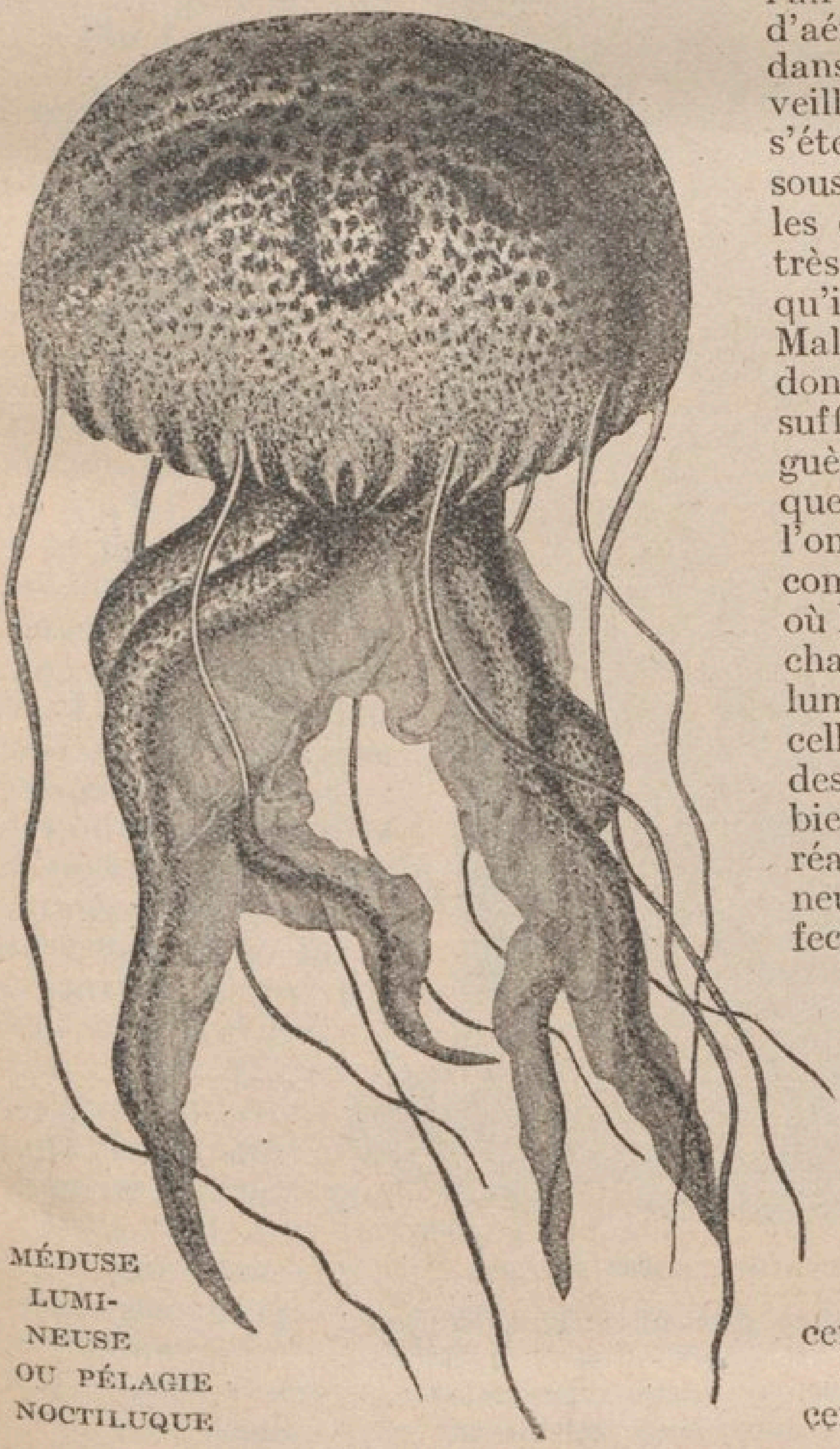
polybiotes, ce qui en a fait multiplier à tort les espèces. Il y a des formes immobiles et d'autres qui se meuvent à l'aide de cils propulseurs. Par leur structure interne, ces formes se rapprochent des *vacuolides* ou microleucites que j'ai décrits comme étant la forme générale la plus simple de la substance vivante ou *bioprotéon.*

Les microbes lumineux se cultivent facilement dans des bouillons nutritifs, liquides ou gélatineux, salés à 3 %. En enduisant la paroi interne de grands barils de verre stérilisés de bouillon gélatineux ensemencé de photobactéries sélectées, j'ai pu, en 1900, à l'Exposition internationale de Paris, éclairer, comme par un beau clair de lune, les sous-sols du palais de l'Optique. C'est d'après le même principe que j'ai construit ma *lampe vivante*. Celle-ci se compose d'un vase de verre plan convexe, dont le dôme argenté sert de réflecteur et dans lequel pénètre de l'air filtré par le coton de deux tubulures d'aération. Elle permet de lire facilement dans l'obscurité et, à l'aide de cette veilleuse, qui peut durer un mois sans s'éteindre et ne consomme pas pour deux sous d'aliments, on peut distinguer tous les objets d'une chambre. Cet appareil, très portatif, ne peut mettre le feu puisqu'il ne rayonne que de la *lumière froide*. Malheureusement, je n'ai pu parvenir à donner encore à cet éclairage une intensité suffisante. Actuellement, cette lampe n'a guère d'applications pratiques possibles que dans les poudrières, dans les mines où l'on craint le grisou, ou bien encore comme veilleuse, dans les pays chauds où l'on est incommodé même par la faible chaleur de la lampe à incandescence. La lumière de cette lampe est plus faible que celle des appareils éclairants des insectes, des céphalopodes ou de certains poissons, bien qu'elle soit le résultat de la même réaction ; seulement les organes lumineux de ces animaux sont munis de perfectionnements qui en accroissent beaucoup l'éclat. Quand ces organes sont écrasés, ils ne brillent malheureusement pas plus que les microbes.

On trouve des animaux lumineux à presque tous les degrés de l'échelle zoologique, depuis la Noctiluque, infusoire microscopique qui produit le magnifique et impressionnant spectacle de la mer phosphorescente, jusqu'aux vertébrés inclusivement. Au sein des mers ondoient ou se balancent gracieusement de nombreux Cœlen-



NOCTILUQUE MILIAIRE
(Très fort grossissement.)
Ce sont ces animalcules microscopiques et phosphorescents qui rendent la mer lumineuse la nuit.



MÉDUSE LUMINEUSE OU PÉLAGIE NOCTILUQUE

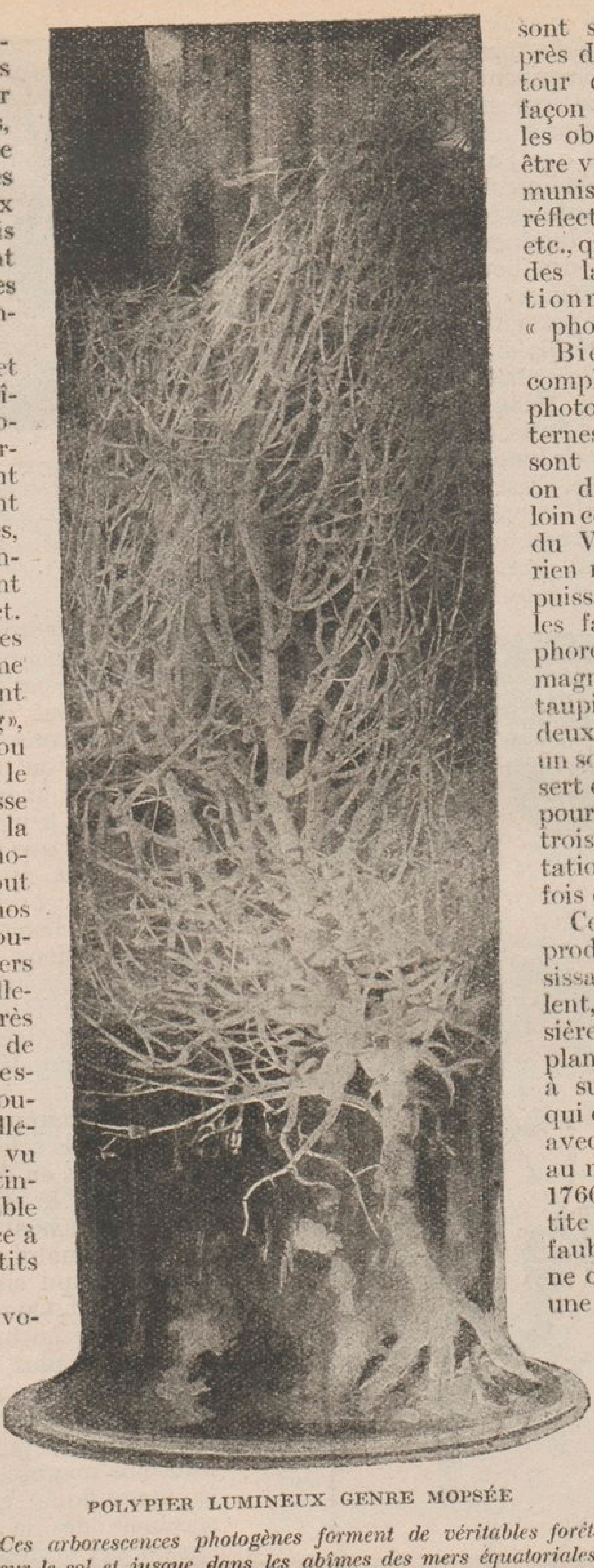
térés photogènes semblables à des fleurs animées du plus pur cristal, des Méduses, des Cestes ou Ceinture de Vénus, des Physalies avec leurs nombreux engins de pêche, tandis qu'à la surface voguent des flottilles de légères Vélelles à la voile triangulaire, etc., etc.

Sur le sol marin et jusqu'au fond des abîmes, croissent des Polypiers, véritables arbustes lumineux, dont les polypes semblent des fleurs étincelantes, aux couleurs changeantes, s'illuminant au moindre contact.

Puis ce sont des Etoiles de mer, comme les Brisinga, qui tirent leur nom de « Brising », lequel désigne le bijou étincelant posé sur le sein de Fréia, déesse de l'Amour et de la Beauté dans la mythologie scandinave. Tout près de nous, dans nos jardins, on voit souvent, la nuit, des Vers de terre et des Mille-pattes laissant après eux des traînées de mucus phosphorescent, et dans des houblonnières de l'Allemagne du sud, j'ai vu le sol parsemé d'étincelles, comme le sable de nos plages, grâce à la présence de petits *Lipuris noctiluca.*

Il faudrait un volume pour décrire tous ces curieux animaux luisants, car ils sont légion.

Chez les Crustacés, les Mollusques Céphalopodes, les Poissons, les organes lumineux



POLYPIER LUMINEUX GENRE MOPSÉE

Ces arborescences photogènes forment de véritables forêts sur le sol et jusque dans les abîmes des mers équatoriales, qu'elles éclairent d'une lumière féerique. Les navigateurs peuvent observer ce magnifique phénomène.

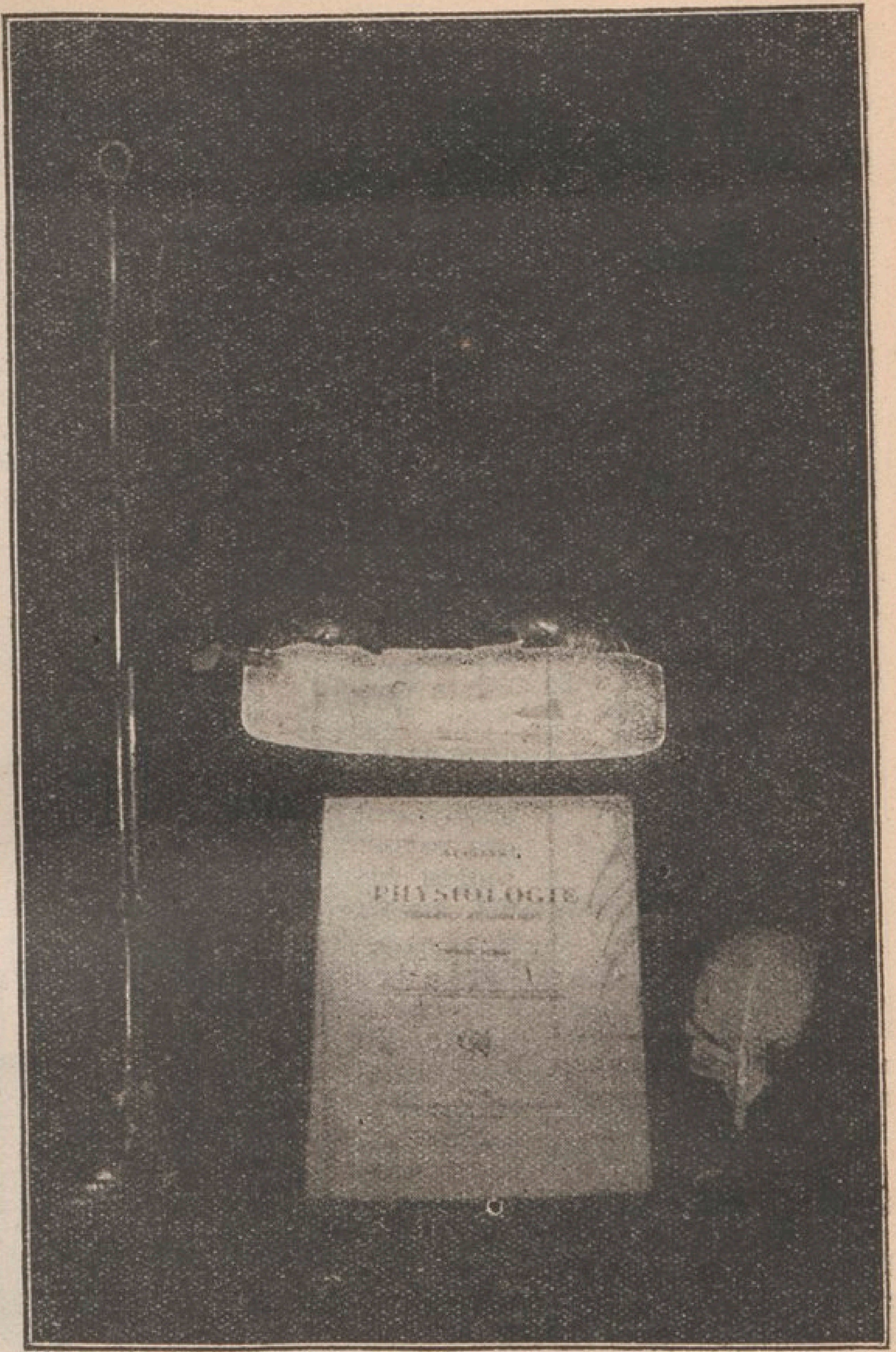
sont souvent situés près des yeux ou autour de ceux-ci, de façon à bien éclairer les objets qui doivent être vus. Ils sont alors munis de lentilles, de réflecteurs, d'écrans, etc., qui en font comme des lanternes perfectionnées appelées « photosphères ».

Bien que moins compliquées que les photosphères, les lanternes des Insectes sont très brillantes : on distingue de fort loin celles de la femelle du Ver luisant. Mais rien ne peut égaler en puissance et en beauté les fanaux du Pyrophore des Antilles. Ce magnifique et robuste taupin en possède trois : deux sur le corselet et un sous le ventre. Il se sert des deux premiers pour la marche, du troisième pour la natation et des trois à la fois dans le vol.

Ces beaux insectes produisent un effet saisissant quand ils volent, le soir, sur la lisière des bois ou des plantations de canne à sucre. L'un d'eux, qui était arrivé à Paris avec du bois des Iles, au mois de septembre 1766, produisit une petite révolution dans le faubourg Saint-Antoine où on le prit pour une étoile filante !

L'auteur de l'*Histoire des Antilles françaises*, le P. Dutertre, écrivait en 1667 : « Ce sont comme de petits astres animez, qui, dans les nuicts les plus obscures,

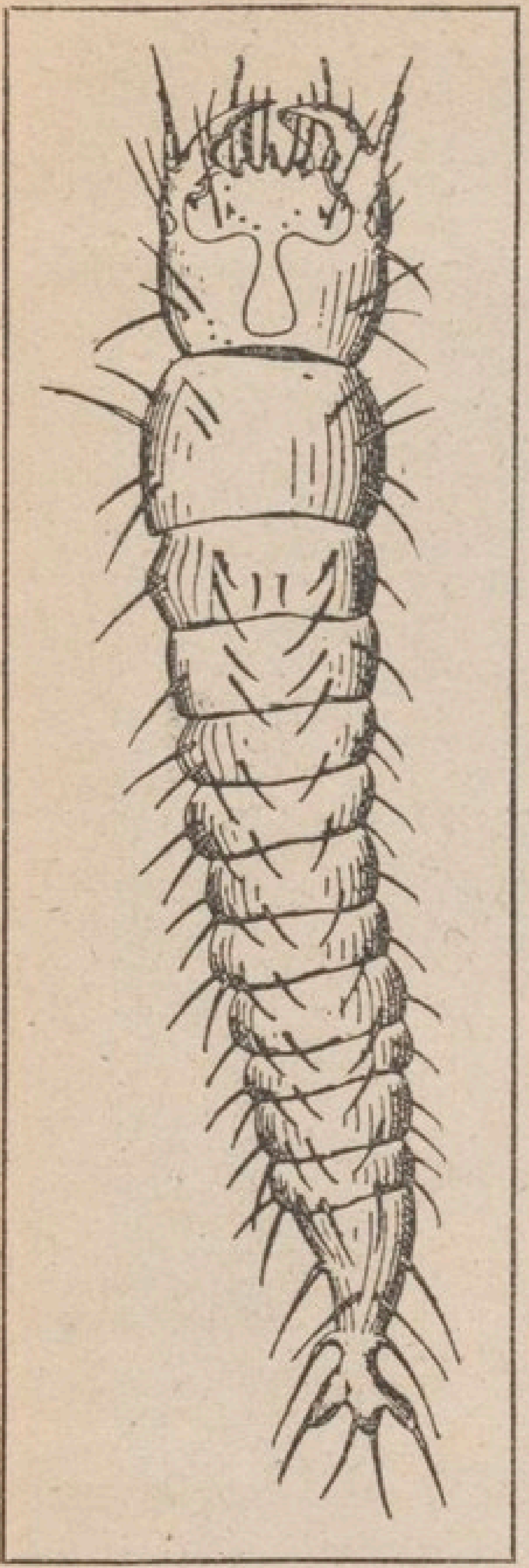
remplissent l'air d'une infinité de belles lumières qui éclairent et brillent avec plus d'éclat que les astres qui sont attachés au firmament... Ces petites chandelles suppléent souvent à la pauvreté de nos pères ausquels la chandelle et l'huile manquent la plupart de l'année. Quand ils sont dans cette nécessité, chacun se saisit d'une de ces mouches et ne laissent pas de lire matines aussi facilement que s'ils avoient de la chandelle. » Puis il ajoute encore : « Si ces mouches étoient incorruptibles, comme les pierreries et que leur lumière les survequit, il est certain que les diamants et les escarboucles perdroïent leur prix. » Il n'est donc pas étonnant que les belles dames mexicaines aient songé à les garder en captivité pour en faire des parures vivantes.



LA « LAMPE VIVANTE » DU PROFESSEUR R. DUBOIS
Le vase de verre qui constitue le foyer éclairant est enduit à l'intérieur de bouillon gélatineux ensemencé de photobactéries ; le dôme argenté surmontant le vase fait office de réflecteur.

Lors de la découverte du Nouveau-Monde, les Indiens les enfermaient dans des calebasses ajourées, pendues dans la hutte, pour s'éclairer la nuit et chasser moustiques et serpents. En temps de guerre, ils se servaient de ces fanaux, que n'éteint ni la pluie ni le vent, en guise de télégraphe optique, dont ils sont ainsi réellement les inventeurs. Ce sont ces robustes coléoptères, dont j'ai reçu de nombreux individus bien vivants de la Guadeloupe, quand j'étais préparateur de Paul Bert, à la Sorbonne, qui m'ont permis d'en faire une étude anatomique et physiologique complète, de découvrir ainsi le secret du mécanisme intime de leurs curieuses lanternes et de fournir une analyse définitive des propriétés physiques de leur belle lumière. En plein Paris, je les ai vus pondre des œufs lumineux, d'où sont sorties des larves également lumineuses, de sorte que chez ces insectes extraordinaires, comme chez beaucoup d'autres animaux photogènes, la phosphorescence est, comme le flambeau de la vie, transmis sans jamais s'éteindre un seul instant, de générations en générations depuis d'innombrables siècles.

Les Mollusques nous offrent également de curieux spécimens. L'*Eunoploteuthis diadema* est une pieuvre pêchée à 1.500 mètres de profondeur ; elle était pourvue de vingt-quatre lanternes, dont cinq



LARVE DU PYROPHORE NOCTILUQUE AU SORTIR DE L'ŒUF

autour de chacun des deux yeux. Elles émettaient des feux incomparables en beauté à tout ce que l'on connaît. On aurait cru le corps paré d'un diadème de pierreries de couleurs variées de la plus belle eau. Les points médians brillaient d'un bleu d'outremer et les latéraux offraient des éclats nacrés. Les organes ventraux envoyaient des rayons rouges rubis, tandis que les postérieurs étaient blanc de neige ou nacrés, à l'exception du point médian, qui brillait d'un bleu céleste.

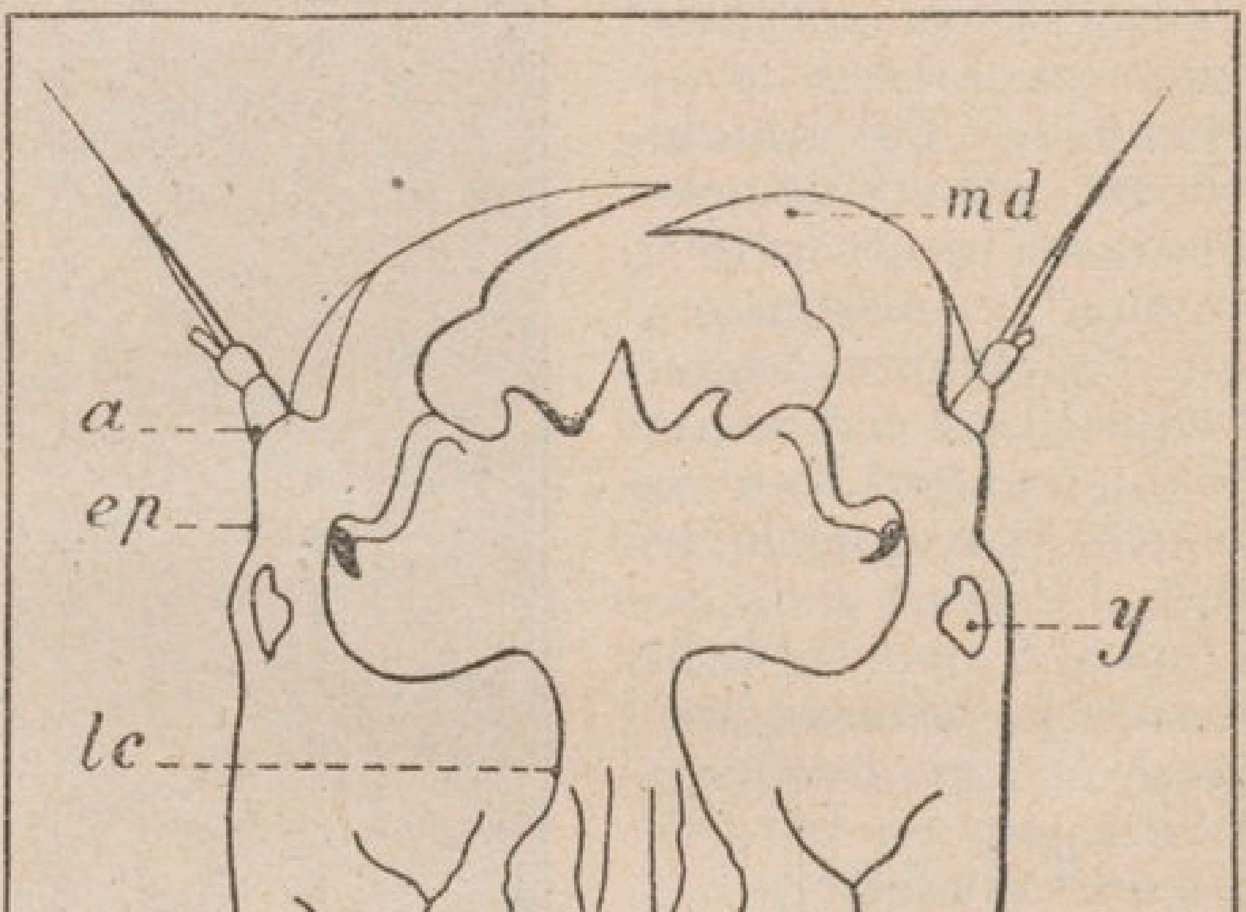
Ce n'est que chez les Poissons que l'on retrouve des organes aussi compliqués. Les *Stomias* en présentent une double rangée de chaque côté du corps, de même que le curieux *Stylophtalmus paradoxus*, qui possède, en outre, des yeux-lanternes portés sur de longs tentacules mobiles (voir la figure à la page 11).

Chez l'abyssal Mélanocète, le fanal est placé au bout d'un barbillon mobile et sert vraisemblablement de piège pour attirer dans la gueule énorme et bien armée du petit monstre les organismes dont il fait habituellement sa nourriture.

D'autres fois, comme chez un poisson de surface des îles néerlandaises, dont les pêcheurs utilisent l'appareil lumineux comme appât — *Photoblepharon palpebratus*, — ils sont situés au-dessous des yeux et mobiles comme eux, ce qui permet de les masquer quand cela est nécessaire.

La phosphorescence ne paraît pas exister à l'état physiologique chez les vertébrés plus élevés que les Poissons : les cas de luminosité des cadavres, des plaies, des sueurs, des urines et des excréments sont d'ordre pathologique et doivent être l'objet de recherches nouvelles.

Partout, chez les organismes normalement lumineux, les organes photogènes, quand ils sont différenciés, sont des glandes déversant soit au dehors, comme chez les Vers de terre et les Mille-pattes, soit à l'intérieur, comme chez les Poissons.



APPAREIL LUMINEUX DE LA LARVE DU PYROPHORE AU SORTIR DE L'ŒUF

md, *mandibules ;* a, *antenne ;* ep, *épistome ;* y, *œil ;* lc, *ligne claire ;* apl, *appareil producteur de lumière ;* ip, *insertion de la première paire de pattes :* st, *niveau du premier stigmate ;* tr, *trachées.*

les Céphalopodes et les Insectes, leur sécrétion magnifiquement lumineuse.

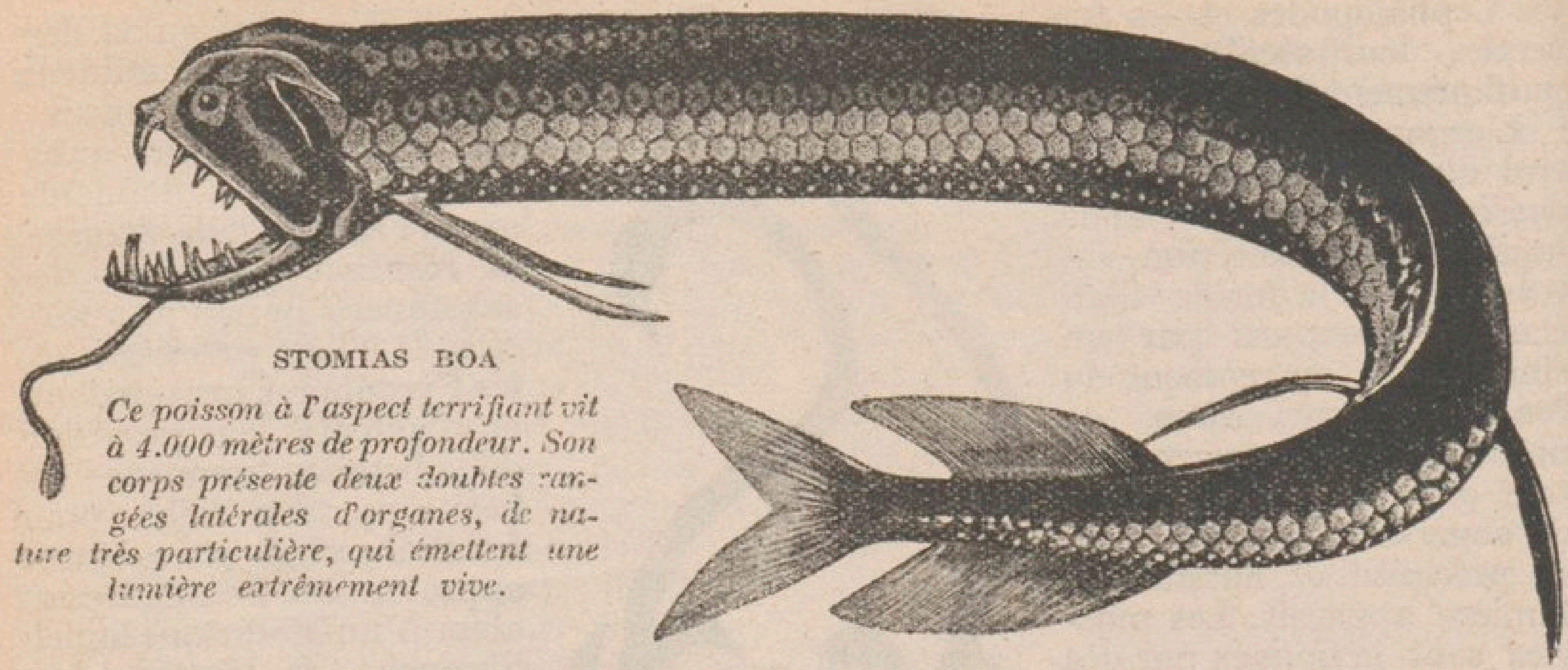
L'organe photogène ventral du *Pyrophorus noctilucus* est un type de glande lumineuse à sécrétion interne. Il a la forme d'un écusson parcouru par un sinus en T, au moment du fonctionnement. Alors, de petits muscles latéraux écartent par traction les parois du sinus dans lequel le sang se précipite et aussitôt la lumière apparaît. Les muscles sont actionnés par des nerfs venant des centres nerveux et c'est par leur intermédiaire que se font les contractions réflexes ou volontaires qui commandent l'allumage et l'extinction. La glande est constituée par des files de cellules dont la fonte donne le liquide de sécrétion lumineux qui, au contact du sang oxygéné, et par un processus qui sera expliqué plus loin, produit la lumière. Les trachées, abondantes dans ces organes, n'ont qu'un rôle accessoire, car elles n'existent pas dans l'œuf de l'insecte, qui, pourtant, est lumineux, non plus que dans les appareils analogues des Céphalopodes et des Poissons. Comme partout ailleurs, les trachées doivent servir, ici plus particulièrement, à oxygéner le sang.

L'organe lumineux, broyé dans un peu d'eau, de façon à détruire les dernières traces de cellules, donne une liqueur qui reste lumineuse quelque temps, mais est immédiatement éteinte par tous les agents physiques ou chimiques capables de détruire les zymases et les matières protéiques. Le liquide lumineux filtré est opalescent comme, d'ailleurs, toutes les solutions colloïdales et renferme de très fines granulations, qui sont des *vacuolides* zymasiques.

PIEUVRE PHOSPHORESCENTE

(Eunoplotheutis diadema)

Dès 1886, j'avais démontré qu'en dernière analyse, le phénomène lumineux résulte du conflit de deux substances : une zymase et une substance protéique donnant, après l'action de la zymase, la réaction xantique des substances organiques azotées. Il fallait préciser ; or, les Pyrophores manquaient, et, d'ailleurs, leur provision de substance lumineuse est beaucoup trop faible pour les recherches chimiques approfondies. Je m'adressai alors à un Mollusque lamellibranche, la Pholade dactyle, abondante aux environs du laboratoire maritime de physiologie que j'ai fondé à Tamaris-sur-Mer, près de Toulon. Les glandes photogènes de ce coquillage sécrètent, en abondance, un mucus lumineux qui présente les mêmes réactions que les produits de sécrétion de tous les autres organismes lumineux, chez lesquels la nature du processus photogène fondamental est toujours la même. Non sans de grandes difficultés et de longs tâtonnements, j'ai pu en extraire, isoler et caractériser chimiquement deux principes que j'ai appelés respectivement : *luciférase* et *luciférine*. Le premier est une zymase oxydante, le second est un albuminoïde naturel. Quand on les agite séparément au contact de l'air et de l'eau, aucune lumière n'apparaît, mais le mélange de leurs deux solutions aqueuses produit aussitôt une très belle clarté. On peut les mélanger sans provoquer de luminescence, à la condition que l'eau soit saturée de sucre, circonstance qui paralyse l'action de la zymase oxydante, mais dès qu'à ce sirop, qui peut se conserver longtemps sans s'altérer, on ajoute de l'eau, celle-ci s'illumine ; le verre où s'opère la



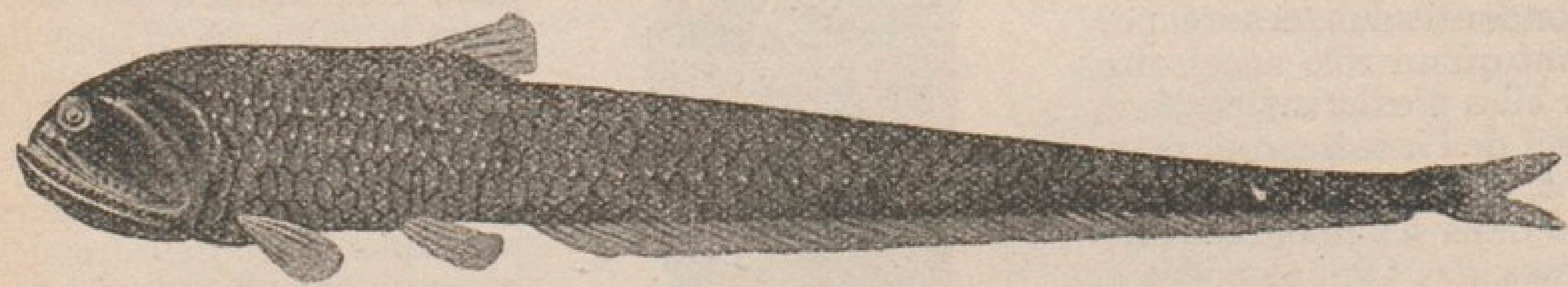
STOMIAS BOA

Ce poisson à l'aspect terrifiant vit à 4.000 mètres de profondeur. Son corps présente deux doubles rangées latérales d'organes, de nature très particulière, qui émettent une lumière extrêmement vive.

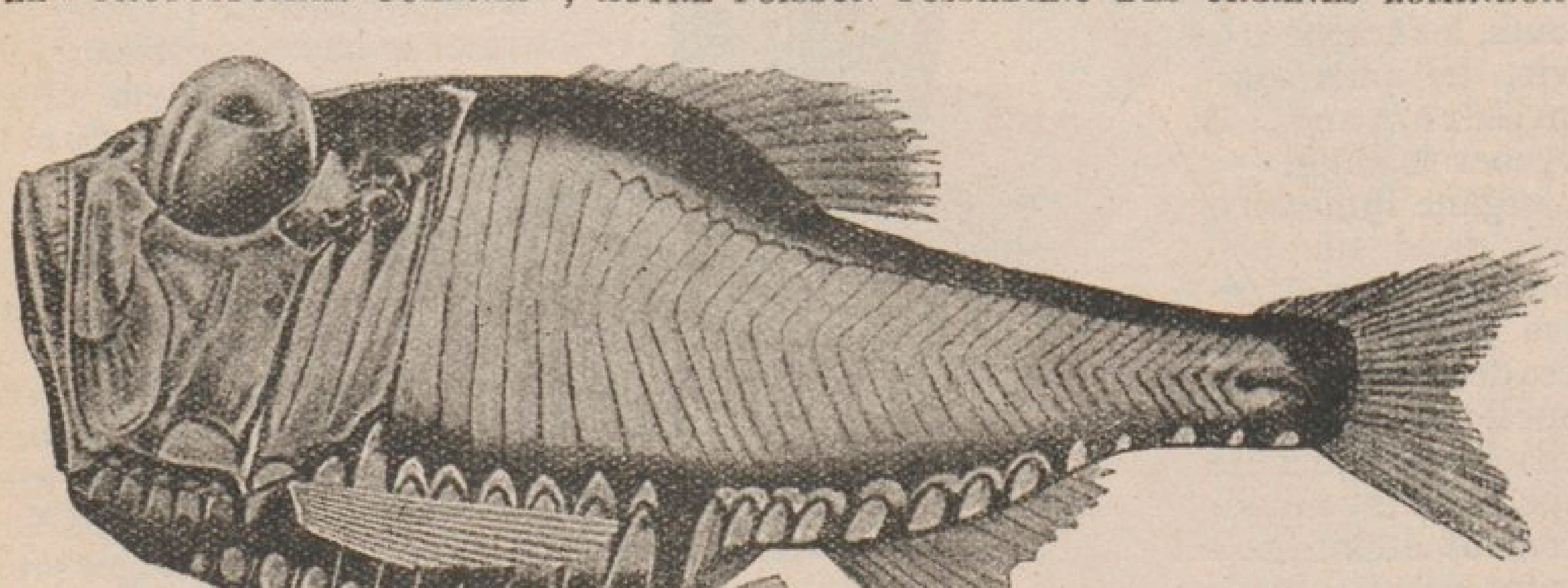
réaction peut servir très avantageusement de veilleuse, et, en cas de besoin, on peut, en guise d'eau sucrée, avaler sa veilleuse ou éteindre un commencement d'incendie avec cet étrange flambeau.

La luciférase peut être remplacée par divers produits chimiques oxydants, ce qui caractérise bien son mode d'action ; tels sont l'eau oxygénée additionnée d'un peu de sang ou d'hématine ou simplement d'un sel ferrique, le permanganate de potasse, le bioxyde de plomb, etc.

A la période analytique succède ainsi celle de la synthèse : cette dernière serait complète si l'on pouvait fabriquer artificiellement la luciférine. Mais cela n'est pas nécessaire pour provoquer l'apparition de la lumière froide en milieu liquide par oxydation. Ces phénomènes d'oxyluminescence, comme on les appelle, sont même assez nombreux, mais le plus beau est celui que j'ai obtenu avec l'esculine, principe chimique fluorescent retiré du marronnier. On peut donc, mainte-



LE « PHOTOSTOMIAS GUERNEI », AUTRE POISSON POSSÉDANT DES ORGANES LUMINEUX



LE « PHOTOBLEPHARON PALPEBRATUS », AUTRE TYPE DE POISSON PHOTOGÈNE

Les organes producteurs de lumière sont situés au-dessous des yeux et mobiles comme eux, ce qui permet à ce poisson extraordinaire de les masquer à volonté.

nant que son processus est connu, imiter la lumière vivante ou mieux, physiologique. Certes, la lumière obtenue *in vitro* n'est pas aussi puissante que celle d'une lanterne de Pyrophore, bien que le processus chimique soit le même. Mais on a vu plus haut que ces Insectes, comme les Céphalopodes et les Poissons, possèdent des accessoires de perfectionnement. Un des plus curieux est celui que j'ai découvert en 1885 et qui consiste dans la présence d'une substance fluorescente dans les organes lumineux des Pyrophores et des Lucioles : c'est une *luciférescéine* ayant pour effet de transformer des radiations obscures inutiles ou nuisibles en rayons éclairants, qui viennent se superposer à ceux de la réaction photogène fondamentale, comme les harmoniques sonores aux sons fondamentaux. Si ces derniers peuvent ainsi acquérir un timbre agréable, la fluorescence donne à la lumière du Pyrophore un éclat chatoyant du plus bel effet, en même temps que la puissance éclairante se trouve très sensiblement accrue par cette addition.

C'est grâce aux Pyrophores qu'il a été possible de faire une analyse complète et définitive des propriétés physiques de la lumière physiologique. Son énorme supériorité sur celle de tous les foyers connus, y compris le soleil lui-même, est aujourd'hui classique et l'exactitude des résultats que nous avons jadis publiés n'a pu qu'être confirmée par les recherches ultérieures de physiciens de haute valeur, comme celles de MM. Very et Langley, en Amérique.

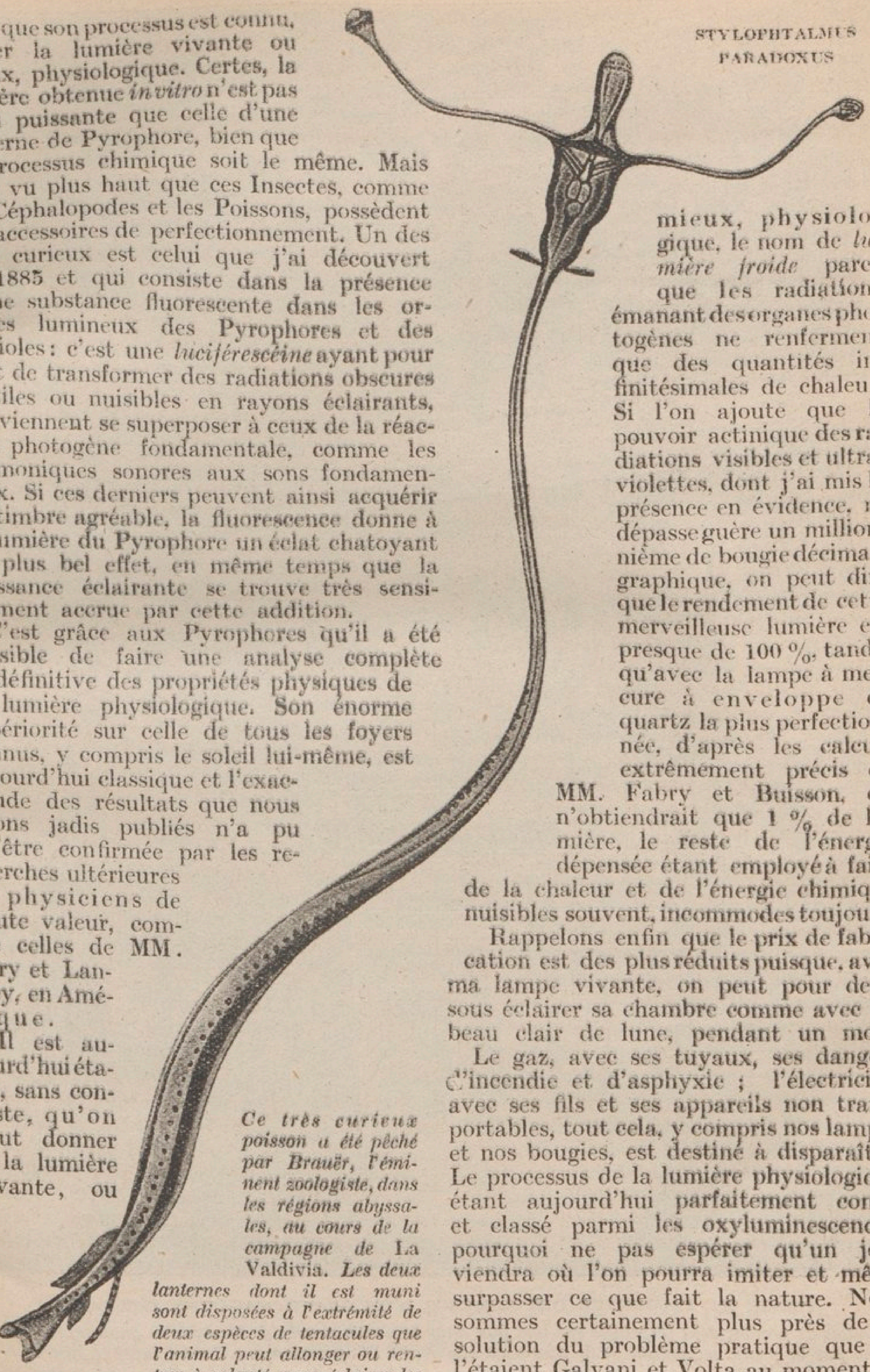
Il est aujourd'hui établi, sans conteste, qu'on peut donner à la lumière vivante, ou mieux, physiologique, le nom de *lumière froide* parce que les radiations émanant des organes photogènes ne renferment que des quantités infinitésimales de chaleur. Si l'on ajoute que le pouvoir actinique des radiations visibles et ultra-violettes, dont j'ai mis la présence en évidence, ne dépasse guère un millionnième de bougie décimale graphique, on peut dire que le rendement de cette merveilleuse lumière est presque de 100 %, tandis qu'avec la lampe à mercure à enveloppe de quartz la plus perfectionnée, d'après les calculs extrêmement précis de MM. Fabry et Buisson, on n'obtiendrait que 1 % de lumière, le reste de l'énergie dépensée étant employé à faire de la chaleur et de l'énergie chimique nuisibles souvent, incommodes toujours.

Rappelons enfin que le prix de fabrication est des plus réduits puisque, avec ma lampe vivante, on peut pour deux sous éclairer sa chambre comme avec un beau clair de lune, pendant un mois.

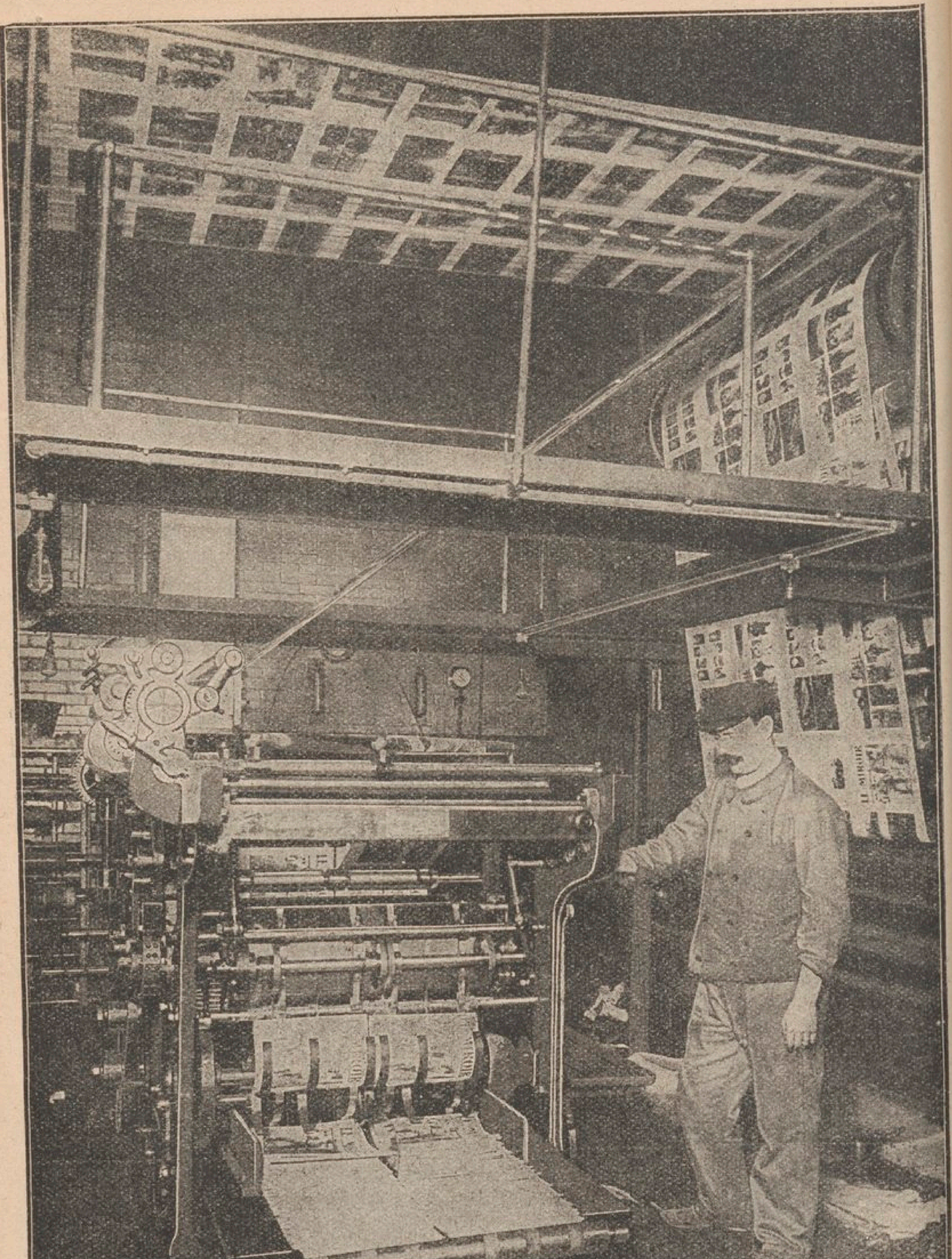
Le gaz, avec ses tuyaux, ses dangers d'incendie et d'asphyxie ; l'électricité, avec ses fils et ses appareils non transportables, tout cela, y compris nos lampes et nos bougies, est destiné à disparaître. Le processus de la lumière physiologique étant aujourd'hui parfaitement connu et classé parmi les oxyluminescences, pourquoi ne pas espérer qu'un jour viendra où l'on pourra imiter et même surpasser ce que fait la nature. Nous sommes certainement plus près de la solution du problème pratique que ne l'étaient Galvani et Volta au moment de leurs immortelles découvertes.

Dr RAPHAEL DUBOIS.

STYLOPHTALMUS PARADOXUS



Ce très curieux poisson a été pêché par Brauër, l'éminent zoologiste, dans les régions abyssales, au cours de la campagne de La Valdivia. *Les deux lanternes dont il est muni sont disposées à l'extrémité de deux espèces de tentacules que l'animal peut allonger ou rentrer à volonté pour éclairer les parages où il se meut. Ces lanternes répandent une belle lumière opalescente.*



PLIAGE ET FAÇONNAGE DES NUMÉROS D'UN GRAND MAGAZINE ILLUSTRÉ

La bande de papier, déjà imprimée sur une face dans la partie gauche de la machine (non représentée), arrive par la partie supérieure à la presse où elle reçoit l'impression sur l'autre face, et, après avoir enveloppé le cylindre sécheur, que l'on voit en haut et à droite, elle arrive à la plieuse qui coupe, plie, coud et compte automatiquement les exemplaires, qui sont ainsi prêts à être mis en vente.

L'HÉLIOGRAVURE ROTATIVE OU ROTOGRAVURE

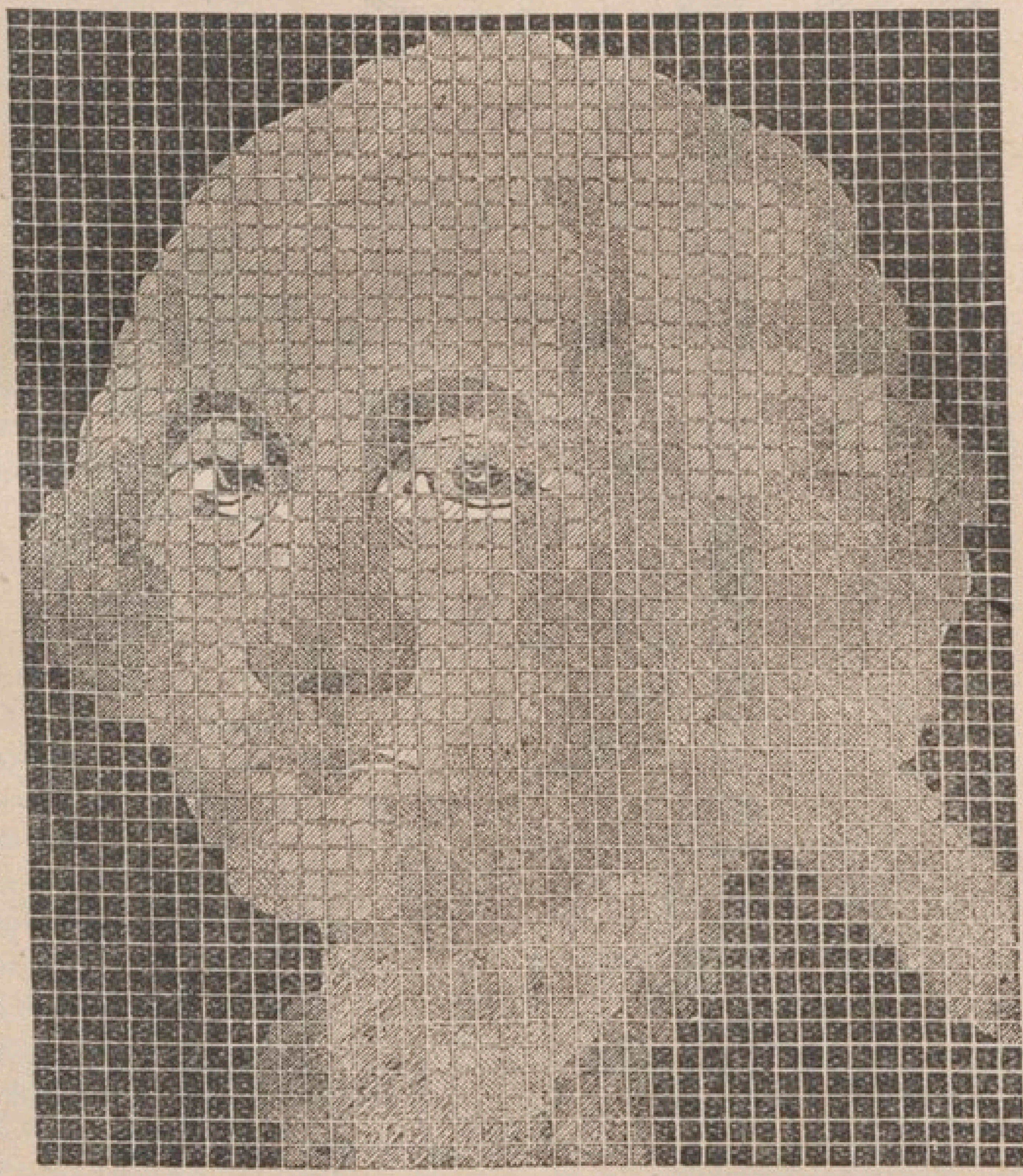
Par L. P. CLERC

L'ÉDITION d'un texte ou d'une illustration peut être entreprise actuellement par trois méthodes différentes.

L'impression *typographique* utilise des caractères ou des planches fondus ou gravés *en relief;* l'encre grasse, déposée par les rouleaux sur les saillies du bloc typographique, adhère au papier lorsque celui-ci est amené en pression à la surface de ces mêmes saillies.

L'impression *lithographique* emploie une pierre (ou une feuille métallique convenablement traitée) sur laquelle on a dessiné l'écriture ou le motif à reproduire, sans créer aucune différence de niveau entre le dessin et le fond ; les parties nues sont imprégnées de telle sorte que, par mouillage fréquemment renouvelé, elles repoussent l'encre grasse, qui se dépose au contraire sur le dessin ; une feuille de papier passée en pression sur la pierre après que celle-ci a été encrée, entraînera avec elle l'encre déposée sur le dessin ou la figure quelconque.

L'impression en *taille-douce* s'effectue au moyen de planches gravées *en creux* ; l'encre est déposée dans les creux ou tailles de la planche, l'excès étant enlevé de façon à dégarnir le métal dans toutes les parties où il a conservé son niveau primitif ; en forçant, par pression considérable, le papier dans les creux de la gravure, l'encre reste adhérente au papier et y reproduit donc, en teintes plus ou moins foncées, tous les creux de la planche, moulés, en quelque sorte, par l'encre grasse que l'on utilise.



AMPLIFICATION D'UNE HÉLIOGRAVURE TRAMÉE

L'image est constituée de très petits carrés, d'intensités différentes, suivant la profondeur de la planche en chaque point et l'épaisseur de la couche d'encre, ces carrés étant séparés par des lignes claires, correspondant aux cloisons des cellules du cylindre gravé.

La typographie et la lithographie ne peuvent donner que deux tonalités, celle de l'encre, qui a partout la même épaisseur, et, par conséquent, la même intensité de coloration, et celle du papier nu ; pour obtenir, par ces procédés d'impression, l'*illusion* des modelés, on utilise des hachures ou des pointillés plus ou moins larges et plus ou moins serrés, selon l'intensité de la demi-teinte à interpréter ; dans la reproduction de documents photographiques par l'un ou l'autre de ces modes d'impression, on recourt à une transposition des modelés en pointillés, transposition qui s'effectue automatiquement par

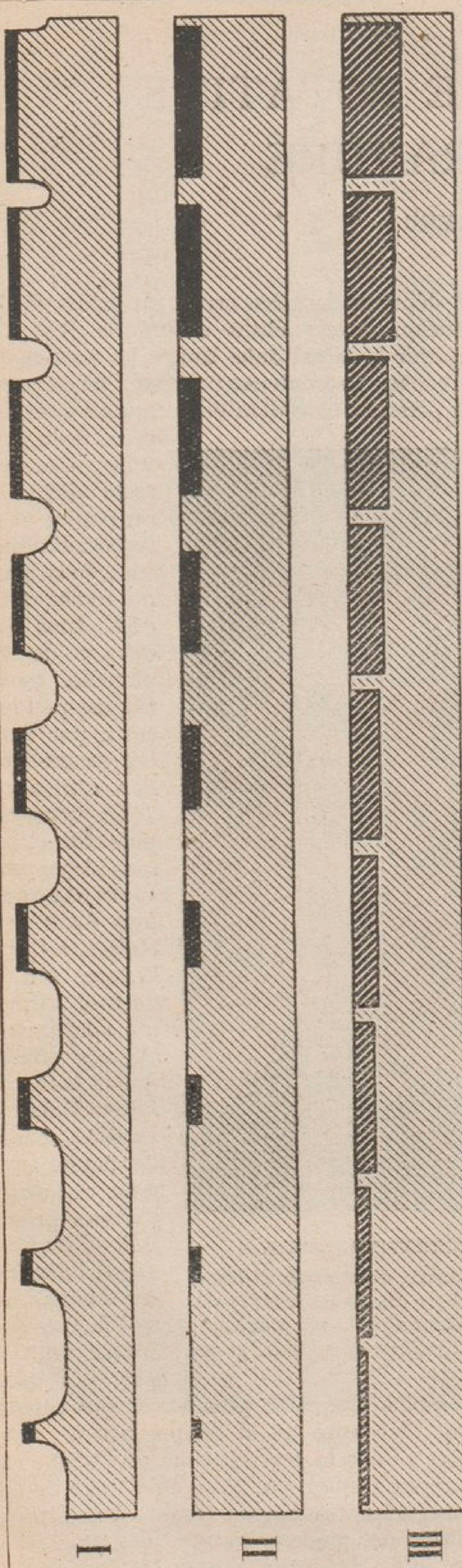


SCHÉMA PERMETTANT LA COMPARAISON DES DIVERS PROCÉDÉS D'ILLUSTRATION PHOTO-MÉCANIQUE

I, coupe d'un cliché de similigravure : éléments en relief, d'autant plus réduits et d'autant plus espacés que la teinte à reproduire est plus claire ; l'encre, figurée par des gros traits noirs, adhère seulement aux saillies. — II, coupe d'une planche de similigravure en creux. — III, coupe d'une planche d'héliogravure tramée : l'encre est déposée dans des cavités de mêmes dimensions mais de profondeurs différentes.

l'emploi d'une trame quadrillée (*La Science et la Vie*, n° 12, page 369).

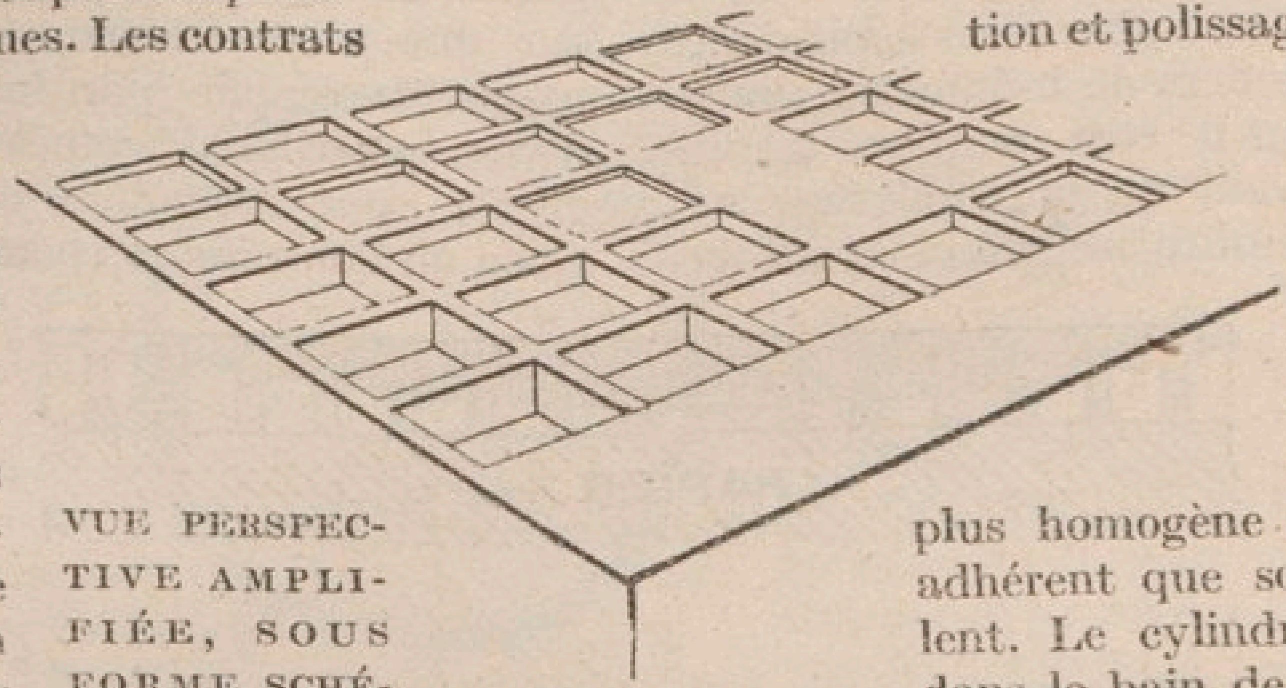
L'impression en taille-douce permet, au contraire, de distribuer l'encre sur le papier en épaisseurs variables, et, par conséquent, de donner une gamme complète de tonalités intermédiaires entre celle de l'encre à son maximum d'épaisseur et celle du papier nu ; mais, pour que l'encre déposée dans les creux ne soit pas enlevée au moment où on procède à l'essuyage ou au raclage de l'encre surabondante, il est nécessaire que les chiffons ou la raclette trouvent partout un appui, au niveau primitif du métal, d'où l'impossibilité de reproduire tels quels les modelés continus d'une image photographique. Dans l'héliogravure rotative, ou rotogravure, le dernier-né des procédés photomécaniques d'illustration en taille-douce, la planche a une structure cellulaire, l'encre étant déposée dans des cavités à section carrée, de profondeur variable, isolées les unes des autres par de minces cloisons affleurant au niveau primitif du métal. Ces cloisons sont dues à l'emploi d'une trame quadrillée, mais le rôle de cette trame est, ici, très différent de celui qu'il remplit en similigravure ; il n'y a plus, en effet, de transposition des modelés en éléments de dimensions variables, mais seulement un sectionnement uniforme de l'image, dont les modelés sont créés par les épaisseurs variables de la couche d'encre.

Dans l'impression du magazine illustré hebdomadaire *Le Miroir*, ces cellules mesurent environ 0 mm. 14 avec une profondeur maximum d'environ 0 mm. 04 dans les grands noirs, les cloisons ayant 0 mm. 03 d'épaisseur.

Partout où les cellules sont relativement profondes, et où, par conséquent, la trace blanche correspondant à la cloison apparaîtrait le plus aisément dans l'image, l'encre déposée en épaisseur relativement grande tend à se diffuser latéralement d'une cellule à une autre ; aussi la structure d'une telle image est-elle beaucoup moins apparente, même en employant la loupe, que ne l'est celle d'une similigravure.

Les modes opératoires et le matériel de la rotogravure

Préparation des cylindres. — L'héliogravure rotative est imprimée d'après des cylindres en cuivre, gravés par des procédés photo-mécaniques. Les contrats avec les propriétaires allemands des brevets protégeant les presses les plus appropriées aux tirages rapides imposaient aux détenteurs de ces presses l'acquisition en Allemagne de « chemises » en cuivre, obtenues par étirage ou par dépôt galvanique. Ces chemises cylindriques étaient serties sur les mandrins en fonte de la machine à imprimer au moyen d'une presse hydraulique spéciale ; après qu'une chemise avait été utilisée à plusieurs reprises, et que chaque fois elle avait été meulée pour « effacer » la gravure précédente, son diamètre devenait trop faible pour la bonne marche de l'impression ; elle devait alors être séparée de son mandrin, et, au moyen de la presse hydraulique, dilatée puis sertie sur un mandrin de plus grand diamètre.



VUE PERSPECTIVE AMPLIFIÉE, SOUS FORME SCHÉMATIQUE, D'UNE PLANCHE D'HÉLIOGRAVURE TRAMÉE

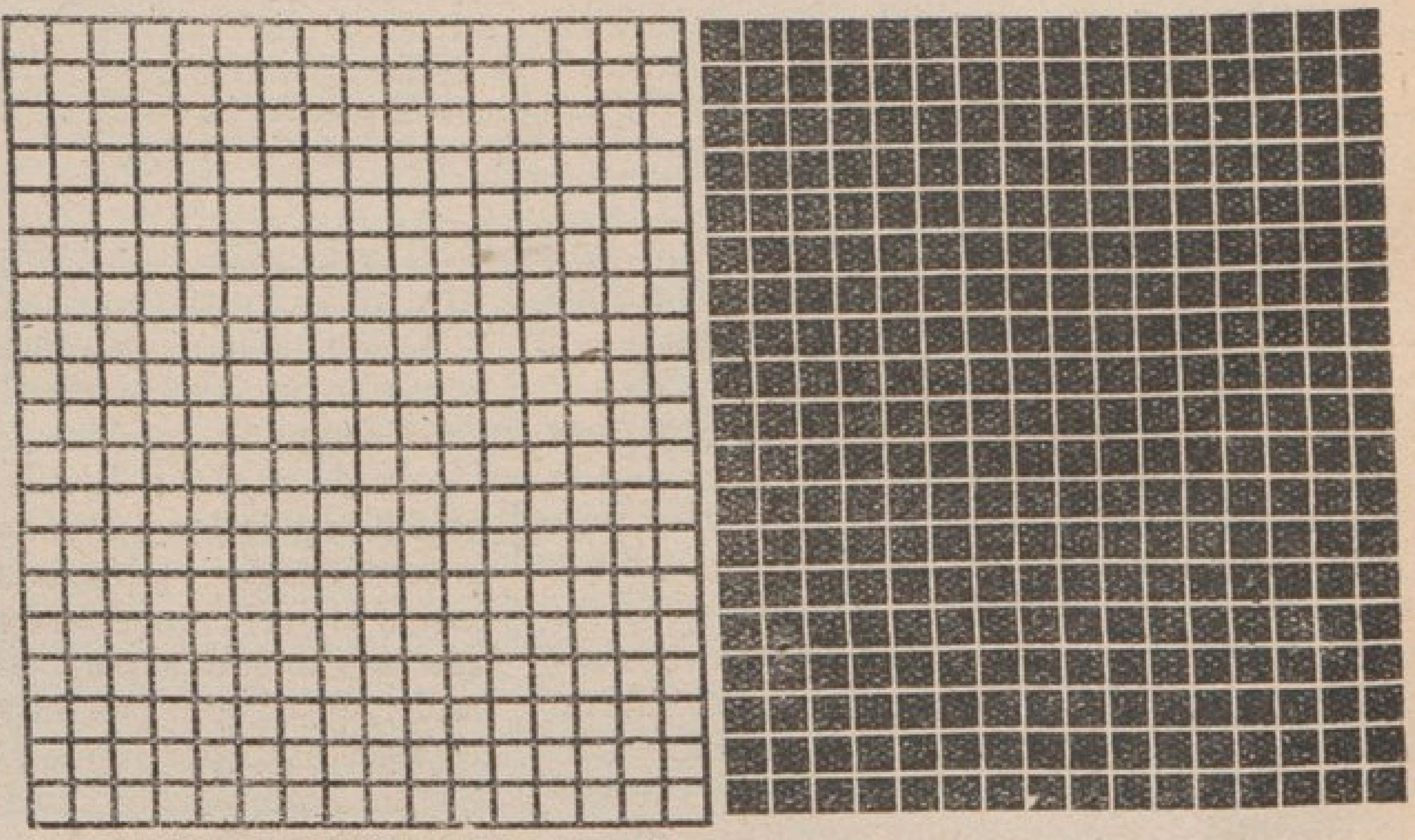
La planche est creusée d'un grand nombre de cellules dont la profondeur règle l'intensité de la teinte sur l'image imprimée.

Ces divers inconvénients ont été très heureusement tournés, aux ateliers du *Miroir*, où l'on a constitué le chemises de cuivre à même les mandrins par dépôt galvanique de cuivre, et en ramenant les cylindres à leur diamètre normal, par un nouveau dépôt, dès que l'usure due aux repolissages successifs a diminué leur diamètre au-dessous de la limite admise.

Chacun des deux cylindres de la presse, correspondant à l'une des faces de la feuille soumise à l'impression, mesure 1 mètre de circonférence et 1 m. 50 de longueur, non compris les portées.

Le premier cuivrage d'un cylindre, en couche de 4 millimètres d'épaisseur, réduite à 3 millimètres après rectification et polissage, exige un dépôt électrolytique continué sans interruption pendant huit jours, soit environ 250 grammes à l'heure. Le métal est, en effet, d'autant plus homogène et d'autant plus adhérent que son dépôt est plus lent. Le cylindre, à demi plongé dans le bain de sulfate de cuivre, y est constamment animé d'un mouvement de rotation, à raison d'environ 25 tours par minute. L'opération est notablement plus rapide quand, par la suite, on se propose tout simplement d'épaissir la couche de cuivre existante.

Le cylindre est d'abord rectifié, puis poli ; pour cela, il est monté sur un tour approprié, et, pendant sa rotation, le cylindre, toujours mouillé par son passage dans une auge remplie d'eau, est usé par une meule tournant à grande vitesse et animée de deux mouvements de va et vient, l'un perpendiculaire et l'autre parallèle à l'axe du cylindre ; ce polissage, commencé par une meule en pierre relativement tendre, est continué



SPÉCIMEN DE TRAME EMPLOYÉE EN HÉLIOGRAVURE

A gauche : la trame originale ; à droite : sa copie photographique, sous laquelle est exposé le papier sensible, de façon à sectionner l'image en cellules.

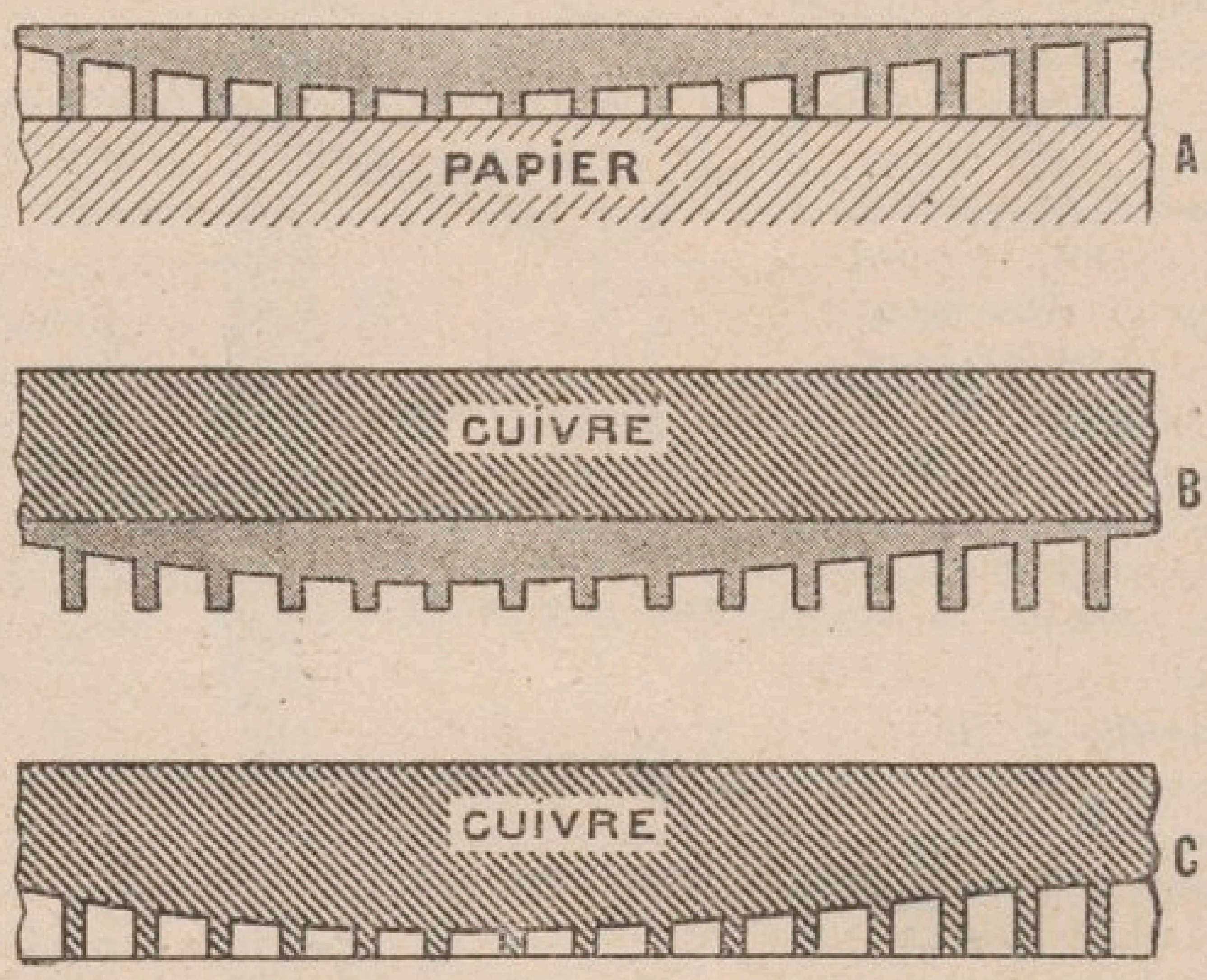
par une pierre d'Ecosse et achevé par un disque de feutre couvert de papier émeri.

Après chaque emploi, le cylindre est poli à nouveau pour l'effaçage de la gravure précédente ; l'épaisseur du cuivre diminue ainsi chaque fois de 0 mm. 01 environ, la circonférence du cylindre diminuant de ce fait d'environ un tiers de millimètre ; aussi un cylindre peut-il être employé à plusieurs reprises avant qu'un recuivrage soit nécessaire, ce qui offre un grand avantage.

Préparation des clichés photographiques. — On emploie, en héliogravure, non pas des négatifs photographiques, mais des *positifs* sur verre, analogues à ceux qui servent comme vitraux. Toutes les images étant copiées simultanément sur un cylindre, il est nécessaire que ces positifs, correspondant à des sujets de caractères très différents et établis d'après des documents de qualité technique très inégale, se présentent tous sensiblement en mêmes valeurs. Il y a là une grosse difficulté à vaincre, et ce n'est que par une assez longue pratique que l'opérateur photographe d'héliogravure peut livrer, presque à coup sûr, des positifs convenablement appareillés.

Le texte et les illustrations étant imprimés en même temps et par le même procédé (on s'en rend compte aisément en examinant à la loupe la structure des caractères), il est nécessaire de disposer aussi d'un positif du texte, préalablement composé par les procédés typographiques habituels, mais, plutôt que de photographier une impression sur papier blanc, on préfère, pour des raisons de simplicité et d'économie, constituer directement le positif nécessaire en imprimant à l'encre noire sur une pellicule transparente.

Le texte, imprimé aussi sur la pellicule, est fixé à une glace de dimensions appropriées, et tous les emplacements correspondant aux illustrations y sont cachés au moyen de feuilles de papier noir convenablement découpées. D'autre part, une autre glace de mêmes dimensions est disposée sur une table lumineuse, au-dessus de la maquette établie par la rédaction, et les divers positifs, découpés aux limites assignées, sont assemblés et fixés sur cette glace, où l'on réserve ensuite, par des papiers noirs, tous les emplacements destinés au texte.



PHASES SUCCESSIVES DE LA CRÉATION DE L'IMAGE

A, *papier sensible après son exposition sous la trame et sous le positif photographique: les parties de la couche de gélatine recouvertes d'un grisé ont été insolubilisées.* — B. *Après l'application de ce papier sur le cuivre et dépouillement à l'eau tiède, le papier et les régions de la gélatine non modifiées par la lumière ont été éliminées.* — C, *l'action du mordant au travers de la réserve constituée en* B *creuse le cuivre d'autant plus profondément que la couche de gélatine formant réserve est plus mince; il n'y a aucune morsure sous les traits de la trame, qui restent au niveau primitif du métal.*

Des repères, correspondant aux principaux plis de la feuille, sont gravés sur le cylindre et tracés sur chacune des glaces, de façon à éviter tous tâtonnements ultérieurs pour la mise en place.

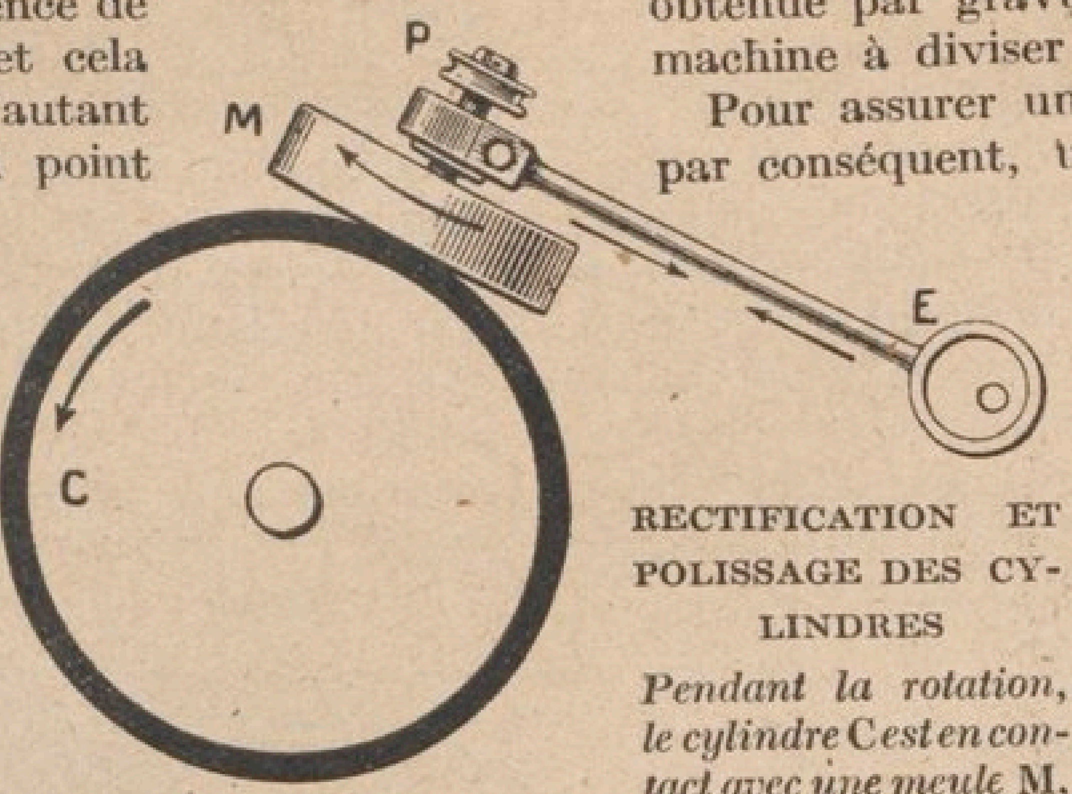
Création de la réserve photographique à la surface des cylindres. — La réserve, qui permettra de ménager l'action du mordant proportionnellement à l'intensité des teintes à reproduire, est obtenue au moyen de gélatine bichromatée, par un procédé semblable à celui employé pour la production des photographies « au charbon ».

Une couche de gélatine, tenant en suspension une poudre colorée inerte, généralement de la sanguine, est étendue à la surface d'une bande de papier ; le rôle du pigment incorporé à la gélatine est seulement de permettre le contrôle des opérations en rendant apparentes les différences d'épaisseur de la gélatine après son report sur le cylindre. Ce papier, insensible par lui-même à la lumière, est sensibilisé par immersion dans une solution de bichromate, essorage du liquide en excès par application de la couche gélatinée contre une glace, et séchage dans une armoire spéciale ventilée par une soufflerie.

La gélatine qui, à l'état normal, se dissout

aisément dans l'eau tiède, acquiert, quand elle est imprégnée de bichromate, la propriété de devenir, sous l'influence de la lumière, insoluble, et cela sous une épaisseur d'autant plus grande que, au point considéré, la lumière était plus vive et a agi plus longtemps.

Après son séchage, le papier sensible est exposé à la lumière d'une puissante batterie de lampes à arc derrière une trame quadrillée présentant, sur fond opaque, de fines raies transparentes, à raison de soixante lignes par centimètre dans chaque direction, l'épaisseur du trait transparent étant environ le sixième de la distance d'axe en axe de deux traits. Cette trame de service est la copie photographique d'une trame originale, présentant exactement la disposition inverse, fines lignes opaques sur fond transparent, obtenue par gravure au diamant sur machine à diviser spéciale.

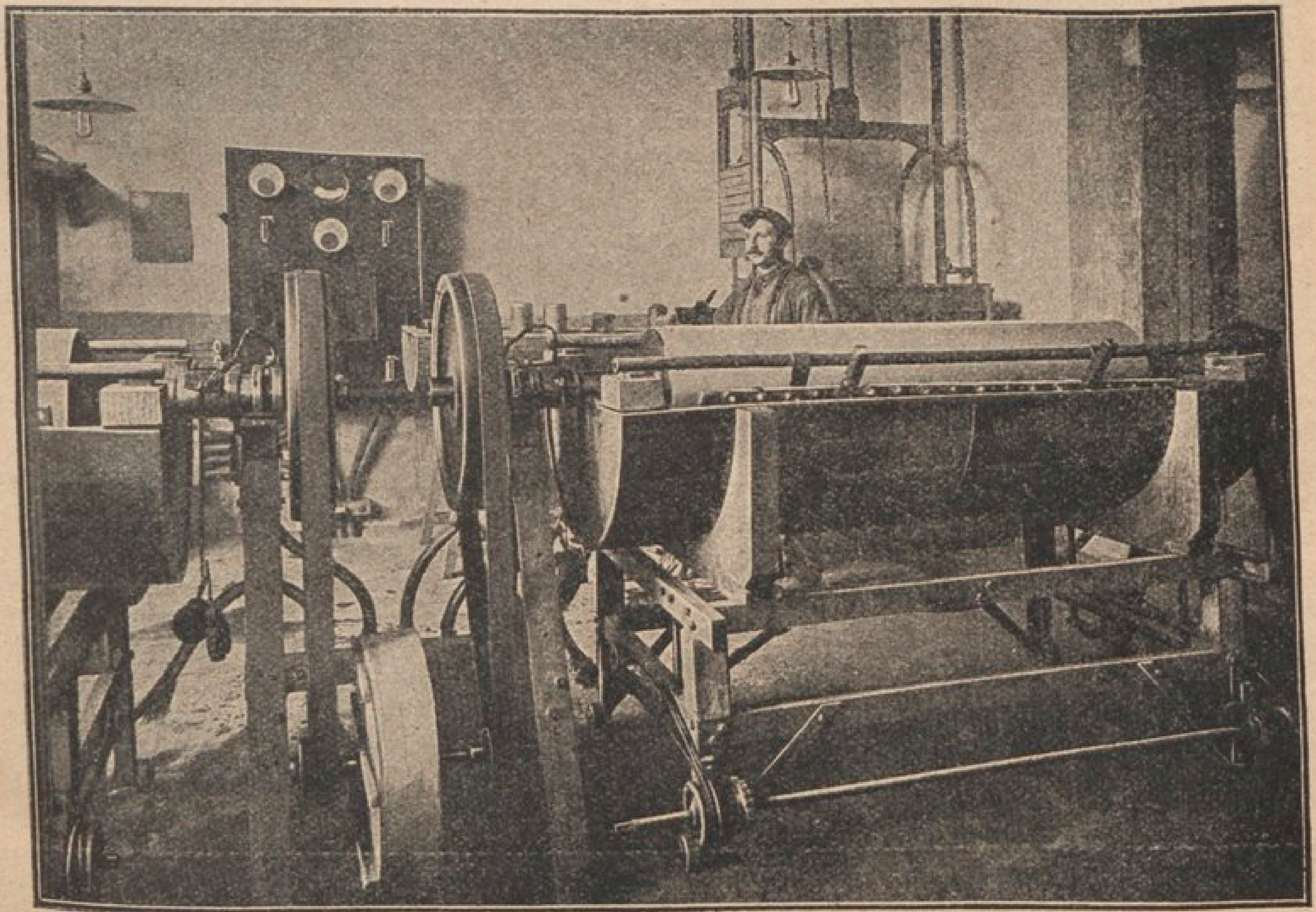


RECTIFICATION ET POLISSAGE DES CYLINDRES

Pendant la rotation, le cylindre C est en contact avec une meule M, entraînée à grande vitesse par la poulie P ; la meule est animée, par une bielle et un excentrique E, d'un mouvement de va-et-vient perpendiculaire à l'axe du cylindre en même temps que d'un mouvement de va-et-vient parallèle au même axe.

Pour assurer un contact parfait, et, par conséquent, une copie très nette sur toute l'étendue du format nécessaire, et pour parer, dans la suite, aux différences d'épaisseur des divers positifs assemblés, l'exposition à la lumière est faite dans un châssis pneumatique, assurant une pression élastique par un tablier de caoutchouc, maintenu par ses bords contre une glace, la chambre, limitée par la glace et le tablier, étant complètement vidée d'air au moyen d'une pompe.

Quand l'exposition à la lumière a été suffisamment prolongée pour que la gélatine soit,



L'OPÉRATION DU CUIVRAGE DES CYLINDRES DE ROTOGRAVURE

Le cuivrage des cylindres est effectué par dépôt galvanique dans des bacs où les cylindres sont, pendant huit jours, maintenus en rotation lente. Le remplissage et la vidange de ces bacs sont obtenus en élevant ou en abaissant le réservoir d'alimentation installé sur un monte-charge que l'on aperçoit au fond de l'atelier.

sous les traits transparents de la trame, insolubilisée sur une assez grande épaisseur, le papier gélatiné sensible est exposé, dans les mêmes conditions, sous l'assemblage des positifs, puis, en repérage convenable, sous la pellicule portant l'impression du texte ; la durée de l'exposition à la lumière sous cette pellicule est environ le double de la pose pour les illustrations, de façon à obtenir, à l'impression, un fond de la plus grande blancheur possible autour des caractères.

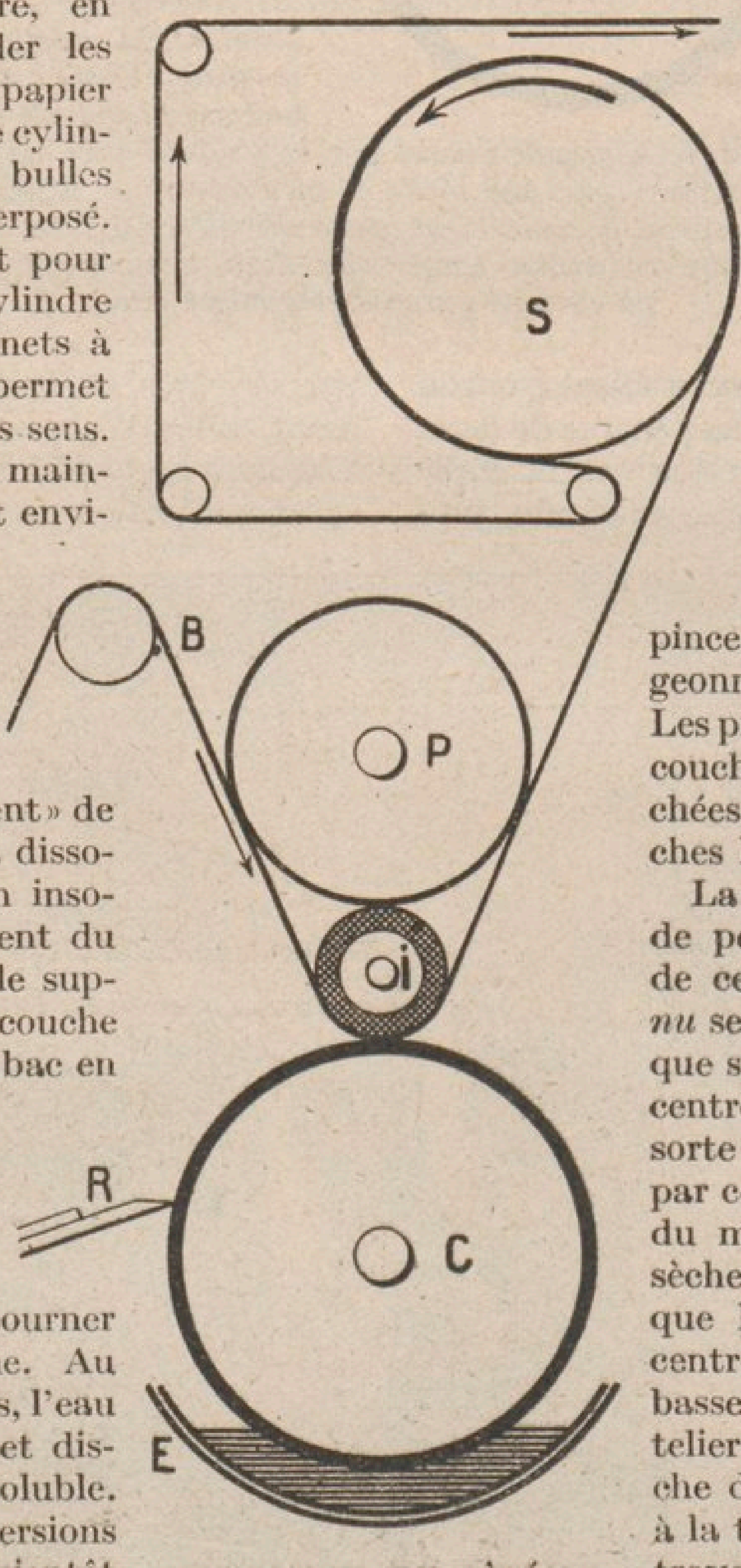
Après ces trois expositions successives du papier sensible à la lumière, ce papier est lavé, pour en éliminer le bichromate, puis appliqué sur le cylindre, en veillant à faire coïncider les repères tracés au dos du papier et ceux gravés à même le cylindre, et en chassant les bulles d'air et le liquide interposé. Pour cette opération, et pour toutes les suivantes, le cylindre est monté, entre coussinets à billes, sur un chariot qui permet de le manœuvrer en tous sens.

Le papier gélatiné est maintenu en contact pendant environ une demi-heure avec le cylindre, de façon à permettre une adhérence parfaite de la gélatine sur le cuivre. Après ce temps de repos, on procède au «dépouillement» de l'image, c'est-à-dire à la dissolution de la gélatine non insolubilisée et à l'enlèvement du papier, qui constituait le support temporaire de la couche gélatinée. Pour cela, un bac en bois, avec tuyau de vidange, est installé sur le chariot, au-dessous du cylindre, et celui-ci est aspergé d'eau tiède, pendant qu'on le fait tourner lentement sur lui-même. Au bout de quelques minutes, l'eau tiède pénètre le papier et dissout la gélatine restée soluble. En continuant les aspersions d'eau tiède, on peut bientôt détacher le papier, et l'image apparaît *en négatif* à la surface du cylindre, les blancs étant représentés par la plus grande épaisseur de gélatine colorée, tandis que les noirs les plus intenses de l'image sont représentés par le cuivre presque nu.

Quand l'image est à point, on la rince à l'eau froide, et on la laisse sécher dans un local sec et à température modérée. La pellicule de gélatine séchée sur le cylindre a une épaisseur variant habituellement de 5 à 20 millièmes de millimètre dans l'image proprement dite et le texte, et 30 millièmes de millimètre environ pour les traits du quadrillage.

Morsure des cylindres. — Avant la morsure, on recouvre de vernis au bitume, imperméable au mordant, toutes les parties du cylindre qui ne correspondent pas à une région utile d'image, telles que marges et intervalles entre les différents sujets ; les limites de ces réserves sont d'abord tracées au tire-lignes, le long d'une règle flexible, puis le vernis est étendu au pinceau, en arrêtant le badigeonnage à ces encadrements. Les piqûres ou les bulles dans la couche de gélatine sont bouchées avec soin par des touches légères de ce même vernis.

La morsure est faite au moyen de perchlorure de fer ; l'action de ce mordant sur du cuivre *nu* serait d'autant plus rapide que sa solution serait plus concentrée, mais, par suite d'une sorte de tannage de la gélatine par ce sel de fer, la pénétration du mordant dans la gélatine sèche est d'autant plus lente que la solution est plus concentrée, la température plus basse et l'atmosphère de l'atelier plus sèche. Ainsi, une couche de gélatine peu épaisse qui, à la température de 20°, serait traversée en un peu plus de trois minutes par une solution



IMPRESSION DE L'HÉLIO GRAVURE ROTATIVE

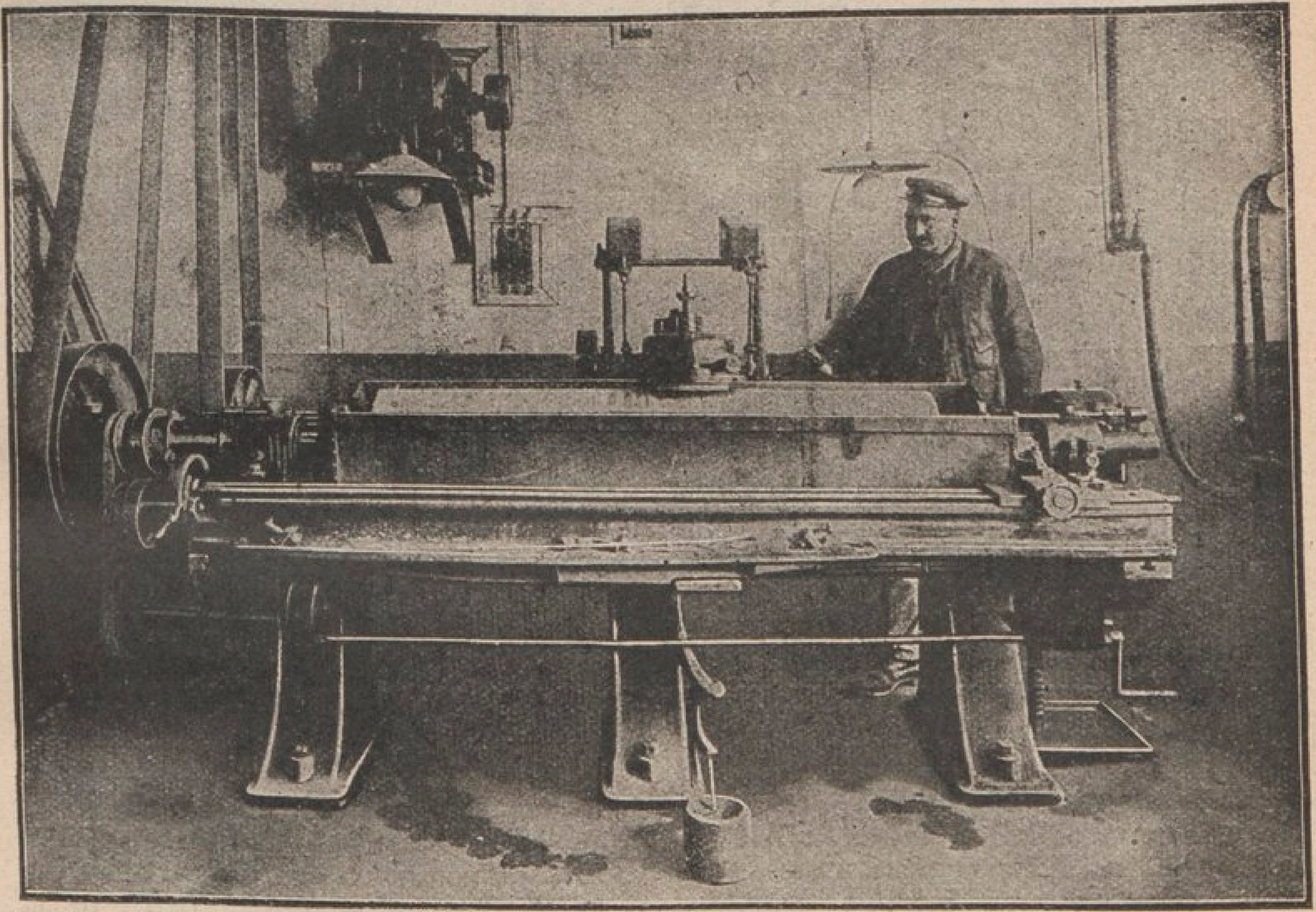
La bande de papier B, *pressée par le cylindre caoutchouté* I *contre le cylindre gravé* C, *en prend l'encre, déposée dans ses creux au passage dans l'encrier* E *et dont l'excès a été enlevé par la raclette métallique* R; *la pression du papier contre le cylindre gravé est assurée par le poids du cylindre* P. *Après impression, le papier est séché par son passage autour du cylindre* S, *chauffé à la vapeur.*

à son maximum habituel de concentration (45 degrés du pèse-sels de Baumé) sera traversée en trois secondes par une solution marquant 30 degrés au pèse-sels ; ces durées de pénétration seraient presque décuplées si la température de l'atelier où s'effectue le travail s'était abaissée vers 10 degrés.

C'est sur ces particularités qu'est basée la conduite de la morsure : une solution concentrée ne pourra, dans des délais normaux, pénétrer qu'au travers des parties les plus minces de la couche, correspondant aux ombres les plus intenses qui doivent être le plus profondément mordues. Il est donc possible, en proportionnant convenablement les durées d'action de divers bains employés à des concentrations décroissantes, de régler à volonté les profondeurs respectives des cellules dans les diverses régions de l'image, et, par conséquent, les contrastes de la reproduction. Sous les traits de la trame, où la gélatine présente sa plus grande épaisseur, le mordant n'atteindra pas le cuivre qui, conservant sous ces traits son niveau primitif, constituera les cloisons des cellules destinées à régulariser l'essuyage de l'encre en excès. Par un choix convenable des concentrations et des durées d'action des mordants successifs, on peut obtenir des différences de profondeurs très appréciables dans la morsure sous deux régions de la couche de gélatine dont l'épaisseur ne diffère que d'un millième de millimètre d'épaisseur.

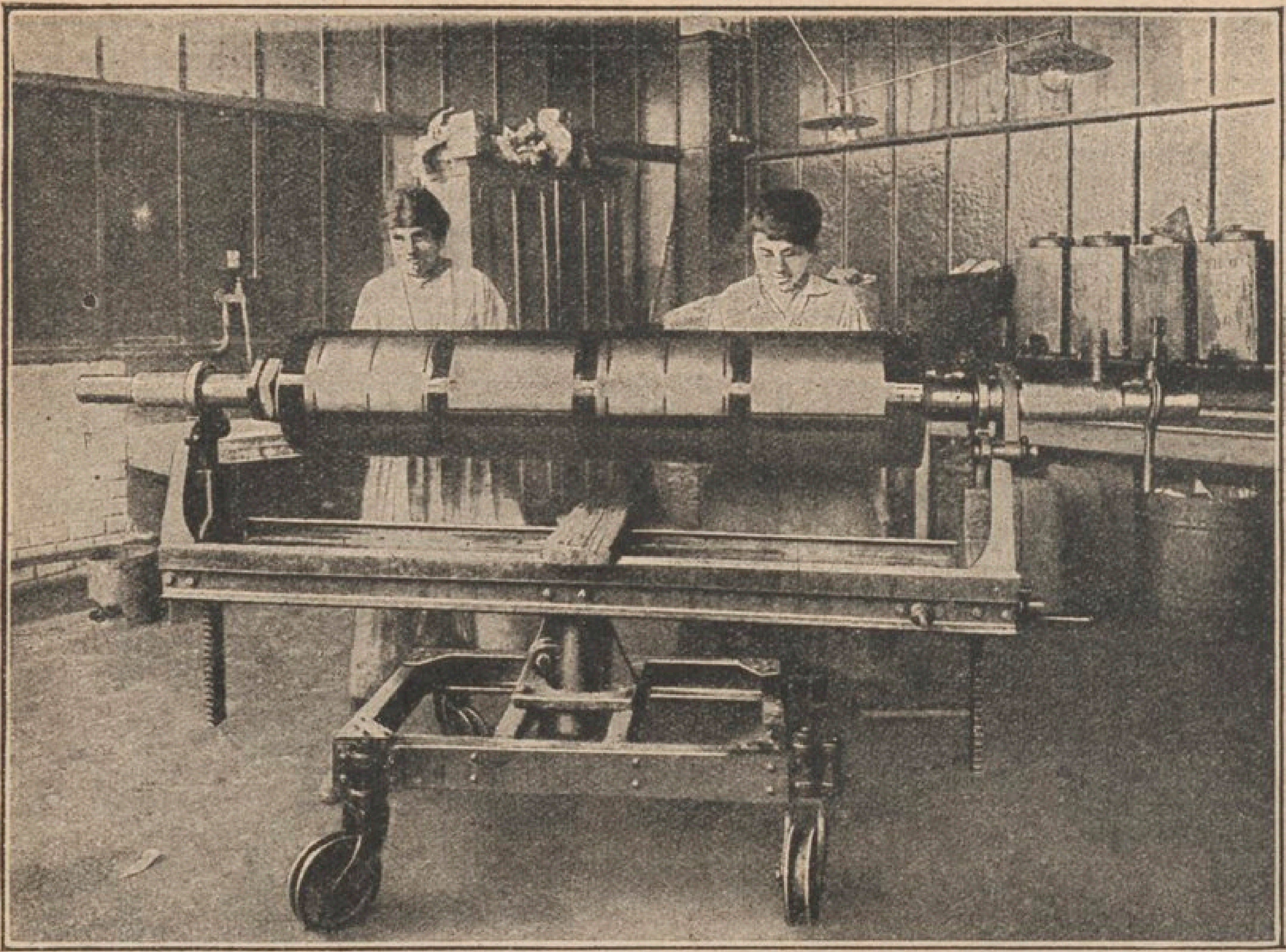
Pour procéder à la morsure, on dispose sous le cylindre, comme on l'a fait pour le dépouillement, décrit plus haut, une rigole en bois, avec vidange, et, faisant tourner le cylindre à la main, à raison d'un tour environ par seconde, on l'arrose avec le mordant le plus concentré dont l'excès est recueilli dans un pot pour être utilisé à nouveau.

Au bout de quelques instants, l'image des grandes ombres apparaît en brun vert, de plus en plus intense, le sel de cuivre vert-bleu, formé dans l'attaque du métal par le mordant, transparaissant sous la couche rouge de gélatine. Quand le graveur estime que les ombres ont suffisamment d'avance, et



TOUR A RECTIFIER ET A POLIR LES CYLINDRES DE ROTOGRAVURE

Après le cuivrage, les cylindres doivent être rectifiés, et, après chaque emploi, l'image précédemment gravée sur le cylindre doit être effacée par polissage sur un tour automatique, comportant une meule en pierre dure animée d'un mouvement rapide de rotation et de mouvements de va-et-vient, de bout en bout du cylindre, et perpendiculairement à son axe.



REPORT SUR LE CYLINDRE ET PROTECTION DES MARGES

Après que l'épreuve « au charbon » a été reportée sur le cylindre, on délimite au tire-lignes, chargé d'un vernis spécial, les emplacements de chaque illustration ; puis, au moyen du même vernis, on recouvre les marges, pour éviter l'action du mordant dans ces régions.

que le mordant le plus concentré ne paraît plus agir sur de nouvelles régions de l'image, on le remplace rapidement par un mordant moins concentré. La morsure complète d'un cylindre de rotogravure s'effectue en vingt-cinq minutes environ, par emploi successif de quatre ou cinq solutions de perchlorure de fer à concentrations décroissantes.

En raison de la plus longue pose du papier sensible sous la pellicule qui comporte le texte, l'action du mordant ne commence, dans ces régions, que vers la mi-temps de la morsure des illustrations.

Quand la morsure est terminée, le cylindre est lavé à grande eau pour éliminer le mordant et, par la seule pression des mains sur la gélatine mouillée, pendant la rotation du cylindre, on détache la couche de gélatine ; après séchage convenable du cylindre, le vernis est dissous à l'essence et complètement chassé par un jet d'eau violent ; le cylindre est alors prêt pour l'impression.

Impression. — A sa sortie de la bobine distributrice, le papier est imprimé sur l'une de ses faces ; l'encre est aussitôt séchée à chaud ; le papier est alors imprimé sur sa seconde face et séché à nouveau ; il parvient enfin à la plieuse-coupeuse qui, à partir de la bande continue de papier, façonne complètement les exemplaires et les livre en piles sous la forme même où ils sont mis en vente.

Celle des faces du papier qui est imprimée en premier lieu est celle qui correspond à la page 2 de chaque numéro, la face qui comprend la page de titre étant imprimée la dernière ; le cylindre de la dernière impression doit être d'un diamètre très légèrement supérieur à celui du cylindre sur lequel le papier passe en premier lieu ; la différence de circonférence de ces deux cylindres, un à deux millimètres au plus, assure une tension constante de la bande de papier ; un régulateur automatique spécial évite que les différences d'avance ne se totalisent en se reportant d'un exemplaire au suivant.

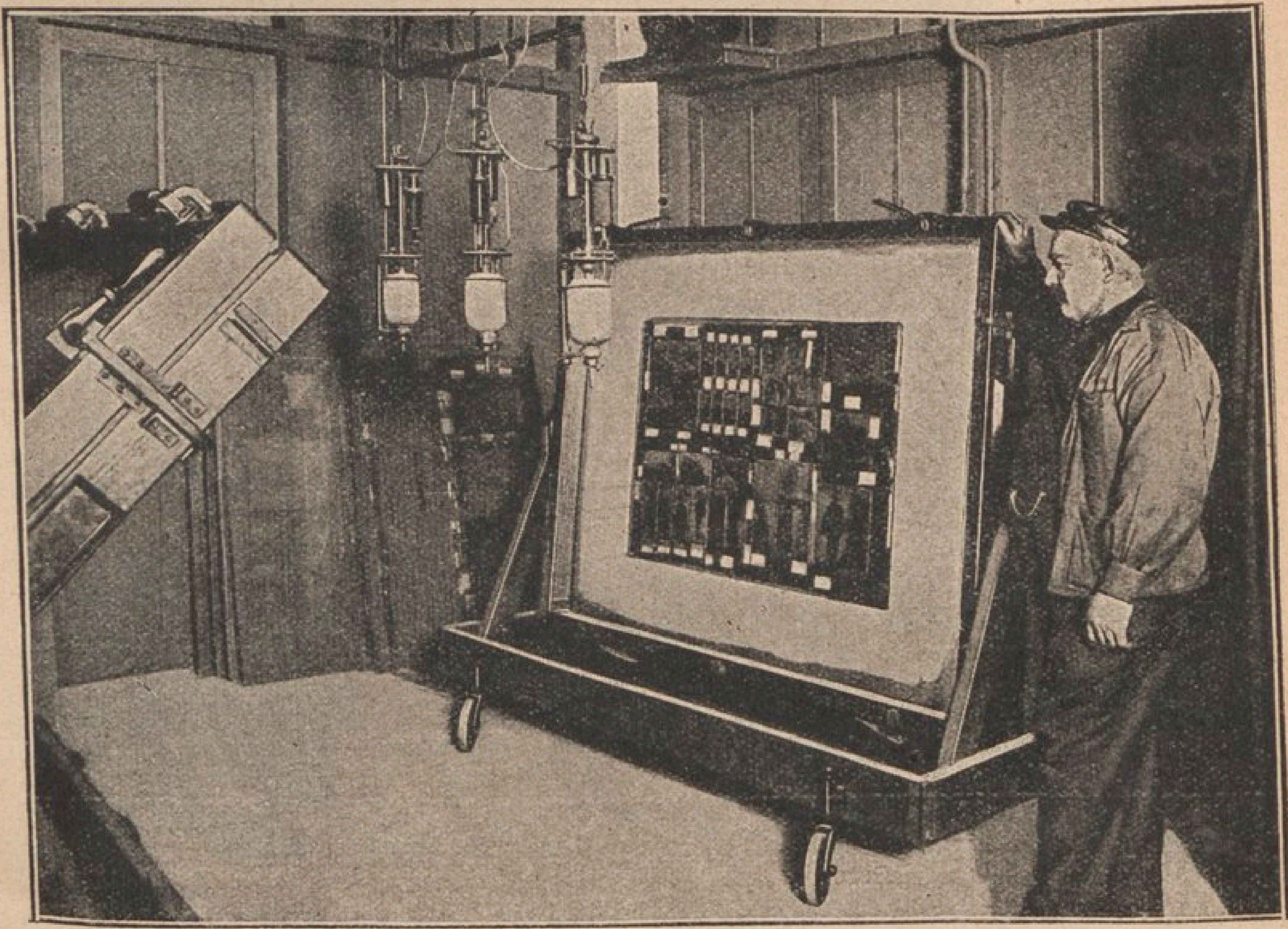
L'encre employée à l'impression de la rotogravure est très différente des encres pour la typographie et la lithographie ; au lieu

d'être constituée par une poudre colorée, en suspension dans un vernis qui ne sèche que par oxydation à l'air de l'huile siccative qui en est la base essentielle, les encres pour rotogravure sont constituées par une solution limpide d'une matière colorante et de résines dans un dissolvant volatil : benzine, toluène ou xylène ; l'encre est ainsi assez fluide pour que la quantité déposée sur le cylindre en excès de celle contenue dans les cavités cellulaires puisse aisément être enlevée par friction d'une raclette en acier flexible, et elle peut être séchée instantanément par passage sur un cylindre chauffé à une température voisine de la température d'ébullition du dissolvant employé.

La raclette d'essuyage consiste en une lame d'acier flexible, d'environ 8 centimètres de largeur et un demi-millimètre d'épaisseur, maintenue par une bande plus épaisse qui l'accompagne jusqu'à environ un centimètre de son bord libre, cet ensemble étant constamment pressé contre le cylindre par un système de leviers et de contrepoids. Pour éviter une usure inégale de la raclette, celle-ci est animée, pendant la rotation du cylindre, d'un mouvement de va-et-vient, parallèle à l'axe du cylindre, et d'environ 10 centimètres d'amplitude. Le remplacement d'une lame est d'ailleurs très rapide.

Le cylindre gravé plonge à sa partie inférieure dans une auge contenant l'encre, et alimentée à niveau constant. Cette encre, très fluide, pénètre dans les cellules du cylindre et adhère superficiellement à sa surface ; cet excès est enlevé au passage sous la raclette, et le cylindre, ne portant plus d'encre qu'à l'intérieur des cavités cellulaires, vient alors en contact avec la bande de papier, forcée dans les cavités par la pression élastique d'un autre cylindre d'environ 10 centimètres de diamètre recouvert d'une couche de caoutchouc de un centimètre d'épaisseur, la pression nécessaire étant donnée par le poids d'un troisième cylindre en fonte d'environ 40 centimètres de diamètre. (Voir la figure de la page 18).

Le papier, qui emporte avec lui la totalité de l'encre préalablement déposée dans les creux du cylindre d'impression, passe sur un



LE TIRAGE DES ÉPREUVES SUR PAPIER AU CHARBON

Un papier, convenablement sensibilisé, est exposé à la lumière des lampes à arc sous un positif photographique constitué par l'assemblage des diverses illustrations. Le contact est assuré par la pression atmosphérique, dans un châssis pneumatique de construction spéciale.

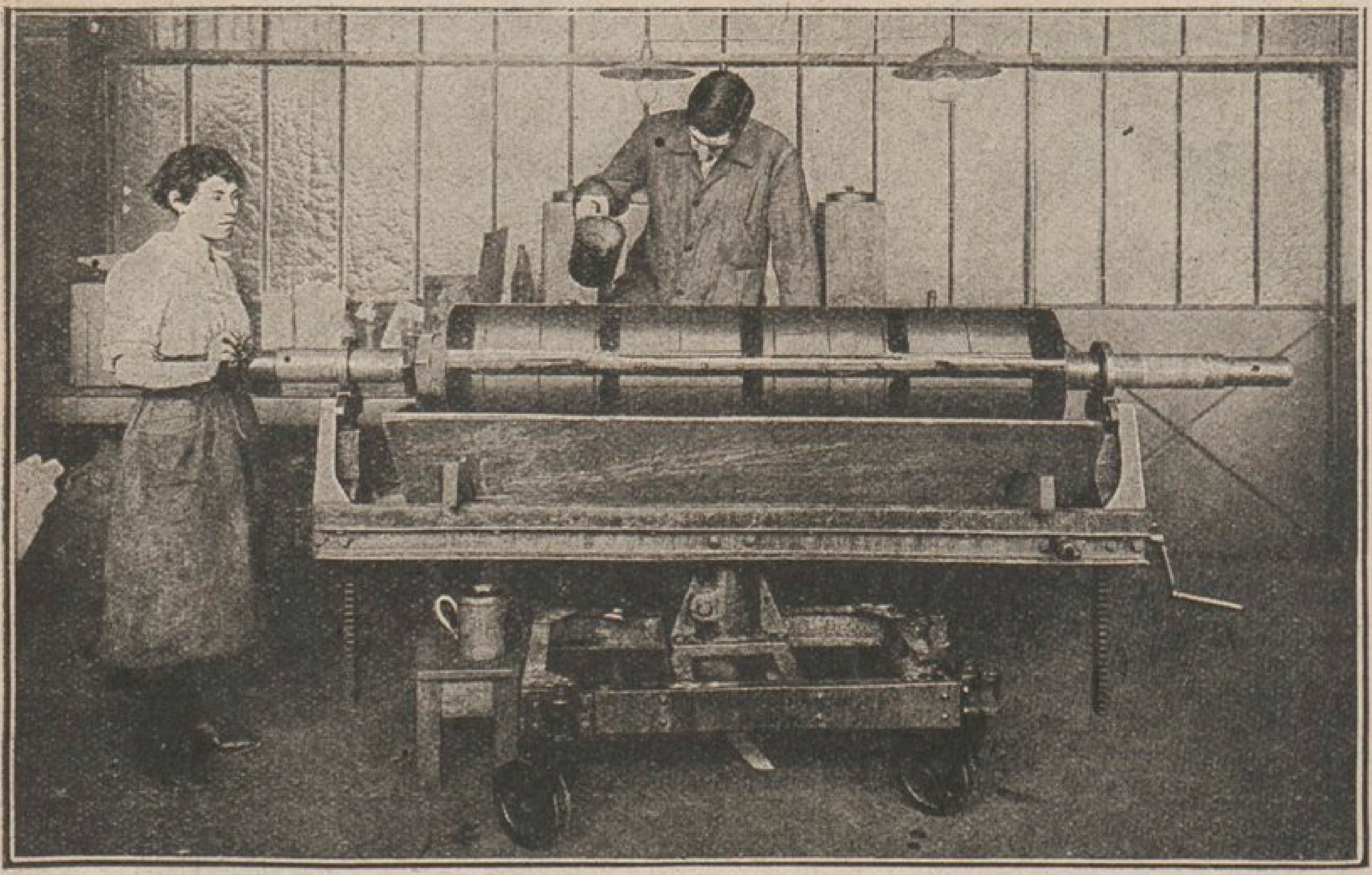
cylindre de grand diamètre, chauffé intérieurement à la vapeur, qu'il enveloppe presque complètement, et en sort sec ; il se rend de là dans la seconde partie de la machine, où les mêmes opérations se répètent sur l'autre face du papier, et arrive enfin à la plieuse, dont on connaît le rôle.

L'impression s'effectue à l'allure de 8.000 exemplaires à l'heure, parfois davantage, soit une vitesse moyenne de déroulement du papier de 70 mètres par minute.

Grâce à l'orientation convenable de la trame, dont les raies sont inclinées à 45° sur l'arête de la raclette, on évite à celle-ci tous ressauts, et on restreint au minimum l'usure des cylindres : un cylindre convenablement gravé peut fournir jusqu'à 120.000 exemplaires sans qu'il y ait de différences notables entre les exemplaires imprimés au début et ceux qui sortent à la fin du tirage.

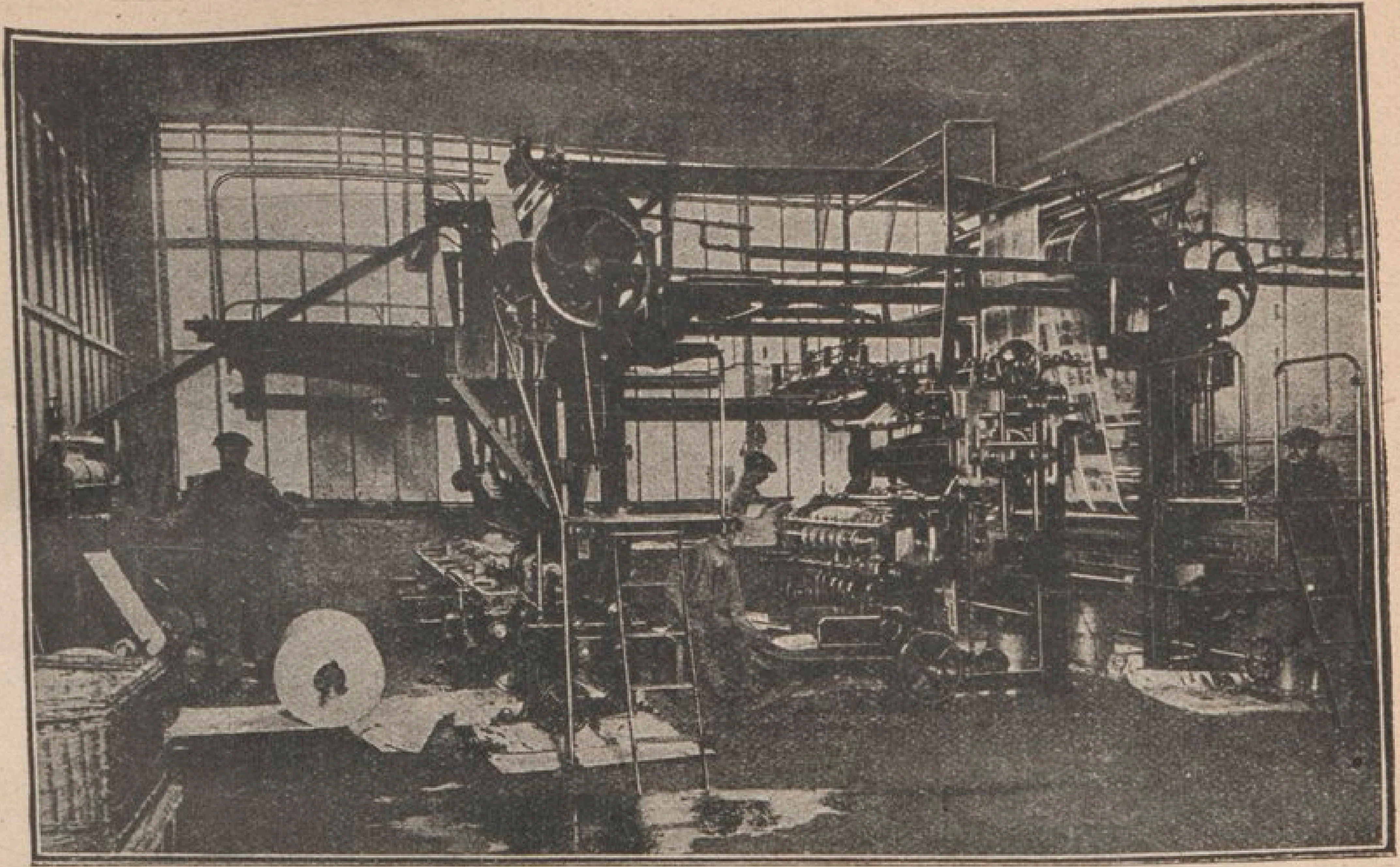
Historique de la rotogravure. — On peut dire que l'héliogravure est plus ancienne que la photographie, puisque les premières images obtenues par l'action de la lumière furent les reproductions de gravures exécutées en taille douce par Nicéphore Niepce, de 1817 à 1824, dont une planche est conservée au musée de Chalon. Mais le procédé employé par Niepce ne se prêtait pas à la reproduction de modelés continus, comme le sont ceux d'une peinture ou d'une photographie. Un Anglais, Fox Talbot, dont la part dans la création de la photographie est presque égale à celle des Français Niepce et Daguerre, décrivit dans le brevet anglais 565, de 1852, un procédé qui, à l'emploi du cylindre près, ne diffère que très peu de la rotogravure : la planche de cuivre était recouverte directement d'une couche de gélatine bichromatée, puis, après séchage, exposée sous un positif qui avait été exécuté en interposant un morceau de tulle, jouant le rôle de la trame actuelle ; il ne procédait pas, il est vrai, au dépouillement de la gélatine restée soluble, les différences de perméabilité au mordant des portions de la gélatine insolubilisées ou non insolubilisées suffisant à ménager convenablement l'effet corrosif du mordant.

Dans son brevet anglais 1.791, de 1865, l'inventeur du papier « au charbon », J. W. Swan (qui se rencontra avec Edison dans l'invention de la lampe à incandescence), prévoyait l'emploi en héliogravure du papier au charbon et spécifiait expressément :



LA MORSURE AU PERCHLORURE DE FER DES CYLINDRES DE ROTOGRAVURE

Un bac en bois est installé sous le cylindre, après report de l'image et vernissage des marges. L'opérateur verse sur le cylindre une solution de perchlorure de fer qui agit d'autant plus profondément sur le cuivre que la « réserve » de gélatine est moins épaisse ; une aide tourne à la main le cylindre sur lui-même, et passe à l'opérateur les brocs de mordant au fur et à mesure des besoins. Quand la profondeur nécessaire a été obtenue, on interrompt la morsure par lavage à grande eau.



VUE GÉNÉRALE D'UNE PRESSE DE ROTOGRAVURE (IMPRIMERIE DU « MIROIR »)

La machine est constituée par l'accouplement de deux presses, imprimant respectivement le verso et le recto de la feuille; entre ces deux presses est la plieuse, façonnant automatiquement les exemplaires tels qu'ils doivent être mis en vente. (Voir la photographie de la page 12).

« J'évite que l'encre ne soit enlevée des creux de la planche au moment de l'essuyage en constituant un grand nombre de cloisons extrêmement minces, affleurant au niveau supérieur de la planche, et constituant des systèmes de lignes croisées. »

Le sectionnement de l'image par des cloisons en quadrillage fut abandonné quand, en 1879, le Tchèque Karl Klic proposa, pour l'exécution des planches d'héliogravure, l'emploi, assez ingénieux, d'une granulation irrégulière, obtenue par dépôt à la surface du métal d'une pluie de résine finement pulvérisée.

Le secret des modes opératoires de Klic, bien que jalousement gardé, fut percé à jour, en France, par Comoy, qui obtint, par des méthodes presque identiques, plus simples même, des résultats au moins équivalents.

L'usage de machines pour l'impression rotative en taille douce était d'ailleurs courant depuis l'année 1785 pour l'impression sur tissus, et des procédés analogues ont été maintes fois employés à la fabrication des papiers peints. Des presses en taille douce pour impression d'après cylindres gravés en vue de l'édition figuraient aux Expositions universelles de Paris en 1867 et 1879, et un très grand nombre des cahiers scolaires avec modèles d'écriture sont imprimés sur de telles presses. Il convient également de dire que, dans le brevet anglais 277, de 1869, W. Mc. Lean proposait, pour l'essuyage des cylindres gravés en taille douce de « remplacer par des cylindres caoutchoutés *les raclettes métalliques toujours employées jusque-là.* »

En 1910, l'Allemand Mertens, qui s'était précédemment occupé d'impressions sur tissus, déposait plus de soixante brevets, tendant à revendiquer la totalité des modes opératoires et des détails d'outillage connus et utilisés depuis un demi-siècle et plus.

Le seul peut-être des brevets de Mertens qui soit défendable est celui qui concerne l'emploi du cylindre élastique intermédiaire, entre le cylindre gravé et le cylindre de pression, brevet qui ne tombera dans le domaine public qu'en janvier 1922. Encore les tribunaux anglais ont-ils, en première instance, annulé ce brevet en même temps que tous les autres ; on ne peut cependant considérer ce jugement comme définitif, la guerre ayant empêché le jugement de l'appel formulé par la société allemande intéressée.

La rotogravure donne une impression extrêmement moelleuse, comme satinée, surtout quand elle est faite avec des encres de couleur. Elle triomphe dans les illustrés à grand tirage.

L.-P. CLERC.

INTÉRIEUR D'UNE CABINE DE COMMANDES ÉLECTRIQUES DANS UN THÉATRE A GRANDS SPECTACLES

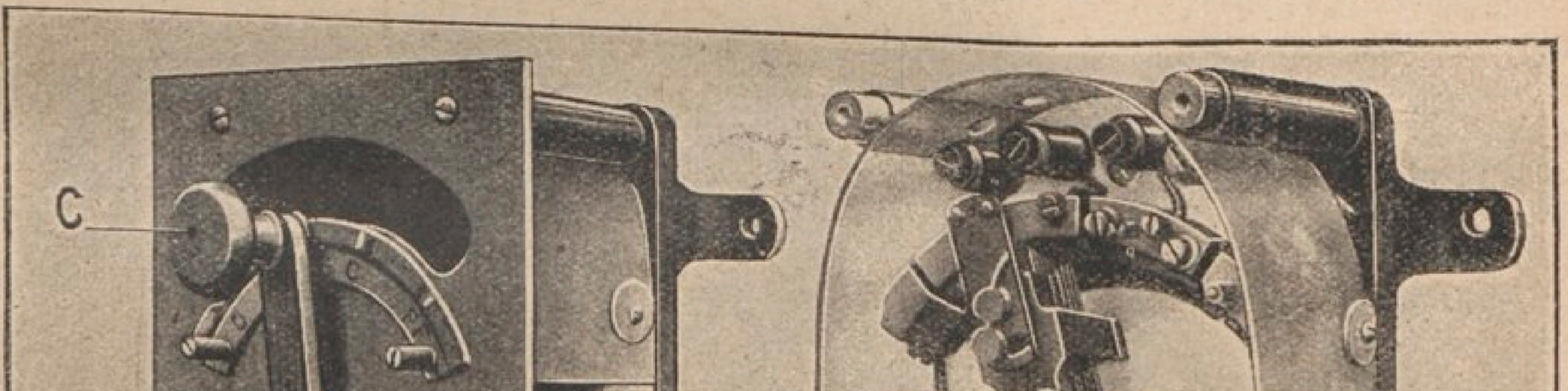
LES EFFETS LUMINEUX SONT OBTENUS A L'AIDE DES TOUCHES QUE MANŒUVRE L'ÉLECTRICIEN

LES EFFETS LUMINEUX AU THÉATRE

Par Marcel JUBIN

Nous avons dit dans notre précédent numéro combien sont nombreuses, importantes, compliquées même, les différentes canalisations que comporte de nos jours un théâtre. Air comprimé, vapeur, eau et électricité, chacun de ces éléments, qui jouent un rôle dans les manifestations de la scène, sont répartis et distribués aussi bien dans la salle que dans les coulisses ; tuyaux et fils courent sous les planchers et dans les cintres, longent les costières, grimpent derrière les décors, se perdent au plus haut des frises. Certes, on est loin aujourd'hui, non seulement de l'époque où les « mystères » se déroulaient sur les places publiques ou sur les parvis des églises, mais aussi du temps de la chandelle, des quinquets fumeux, des lampes à huile et même du gaz.

Déjà, avec ce dernier, la science de la mise en scène commença à se développer. On put réaliser des effets de lumière, obtenir des effets de nuit, de grand soleil, de crépuscule et d'aurore, à l'aide d'une simple manœuvre de robinets commandant les départs du gaz vers les différents points de la scène ou de la salle, dont l'éclairage demandait à être modifié instantanément ou progressivement. En interposant devant les becs de gaz des verres



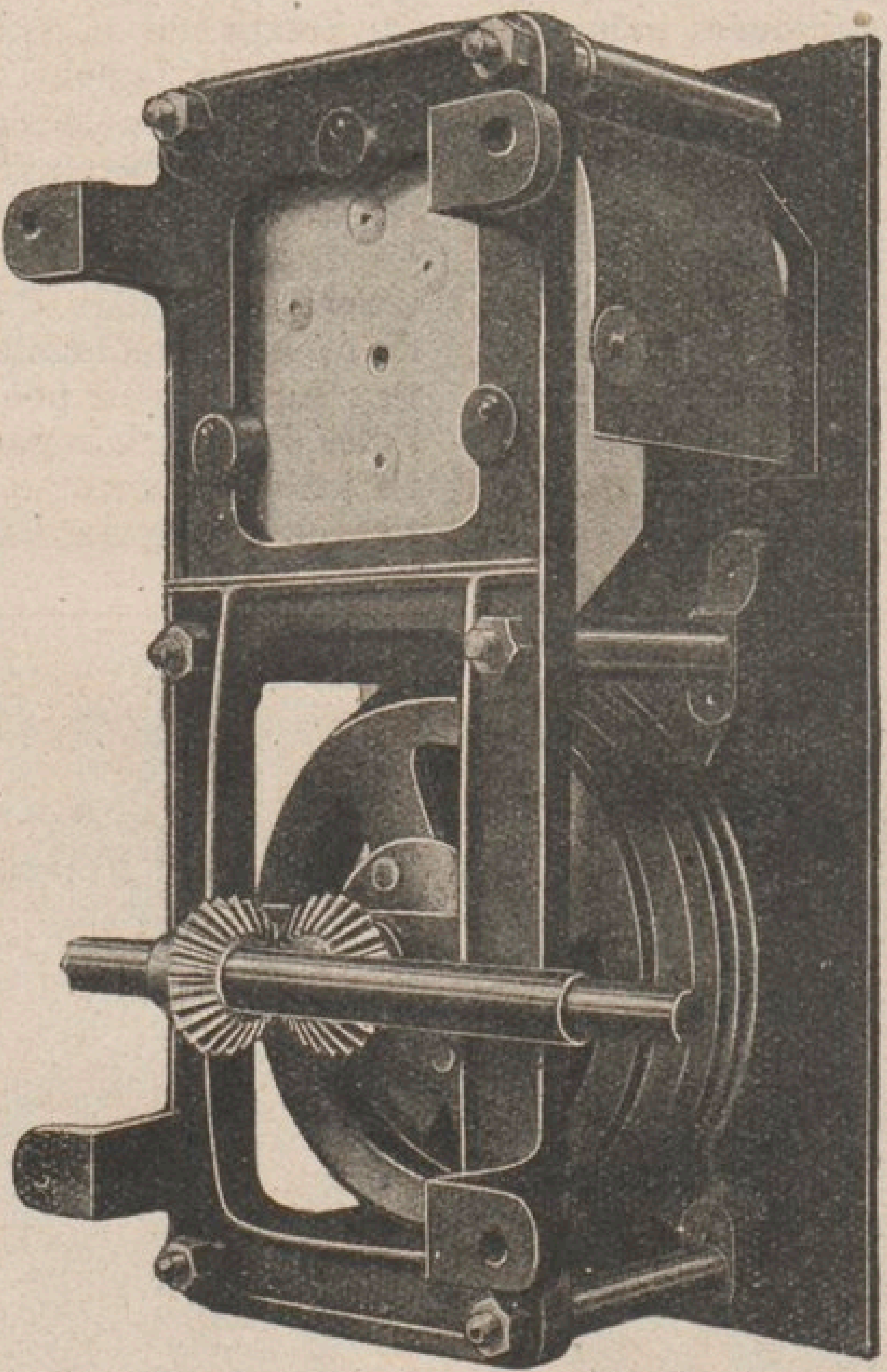
UN MANIPULATEUR À CADRAN — LE MÊME DÉPOURVU DE SON CADRAN

C, manette du commutateur à quatre directions; M, poignée de la commande mécanique du rhéostat; B B', butées mobiles; G, cadran gradué; L L', leviers de débrayage; P, tambour métallique à gorge pour la transmission télédynamique; J, « jour »; N, « nuit ».

de couleurs variées et nuancées, il fut possible de compléter l'effet déjà en partie produit par la variation de l'intensité de la lumière et de se rapprocher davantage de la réalité, car les lueurs d'un coucher de soleil ou d'un soleil levant ou d'un incendie sont bien différentes les unes des autres et n'ont aucun rapport avec un clair de lune et une salle de fêtes resplendissante de lumières.

Donc, le gaz, qui apparut pour la première fois, vers 1830, sur la scène de l'Odéon, permit à l'art du décorateur et du machiniste de faire des progrès sensibles qui se développèrent bien davantage encore, lorsque, après la catastrophe de l'Opéra-Comique, en 1887, tous les théâtres durent remanier leur installation d'éclairage et adopter l'électricité, dont quelques essais heureux avaient déjà été tentés à l'Hippodrome en 1878 et à l'Opéra en 1883. Bien rares sont, aujourd'hui, les salles de spectacles qui ont conservé l'éclairage au gaz.

L'électricité a ce double avantage qu'elle fournit à la fois la force et la lumière, que le même courant éclairera le théâtre jusque dans ses plus petits recoins, depuis l'éblouissant lustre de la salle jusqu'au plus petit refuge du quatrième dessous, et qu'en même temps, elle viendra en aide à la machinerie, manœuvrera les décors, les rideaux et les trappes, ne demandant qu'un personnel restreint de machinistes, faisant avec une quinzaine d'hommes seulement un changement à vue qui en demandait cent. Et toutes ces manœuvres de lumière et de force se commandent d'un point unique situé sur la scène, à l'aide d'un tableau devant lequel se tient le chef électricien qui, dans les pièces à spectacle, joue un rôle pour le moins aussi important que celui du jeune premier ou de la « prima drama ». Lui aussi, il marche à la réplique, et, les yeux sur son manuscrit, il donne ou supprime la clarté au moment voulu, soit sur la scène, soit dans la salle, fait le jour ici, la nuit là, envoie de la lumière rouge ou de la lumière bleue, habile à se reconnaître au milieu des centaines de manettes et de manipulateurs correspondant à autant de circuits différents; le « jeu d'orgue » de la Comédie-Française en comporte deux cent cinquante quatre exactement.



LE MANIPULATEUR, VUE ARRIÈRE

Le tambour peut être conjugué, par un couple conique, avec un arbre qui relie entre eux tous les manipulateurs du tableau.

Jusqu'à nouvel ordre, ce n'est encore que dans les grandes ville que l'on trouve les théâtres bien machinés et bien outillés : le courant électrique est fourni par un secteur extérieur, que double, par mesure de sécurité, un deuxième secteur ou, au besoin, un groupe électrogène. Une puissante batterie d'accumulateurs est souvent prévue aussi, de telle sorte que, dans le cas où tous les éclairages normaux viendraient à manquer subitement, cette dernière, indépendante de toute entreprise étrangère, n'ayant recours à aucun moteur mécanique, permettrait, non pas de continuer la représentation, mais d'entretenir un éclairage suffisant pour l'évacuation des locaux et l'écoulement du public. C'est donc au « jeu d'orgue » que sont réunies les commandes de tous les circuits de la scène et de la salle; les circuits de service: administration, loges d'artistes, vestibules, couloirs, façades, etc., sont commandés d'autre part.

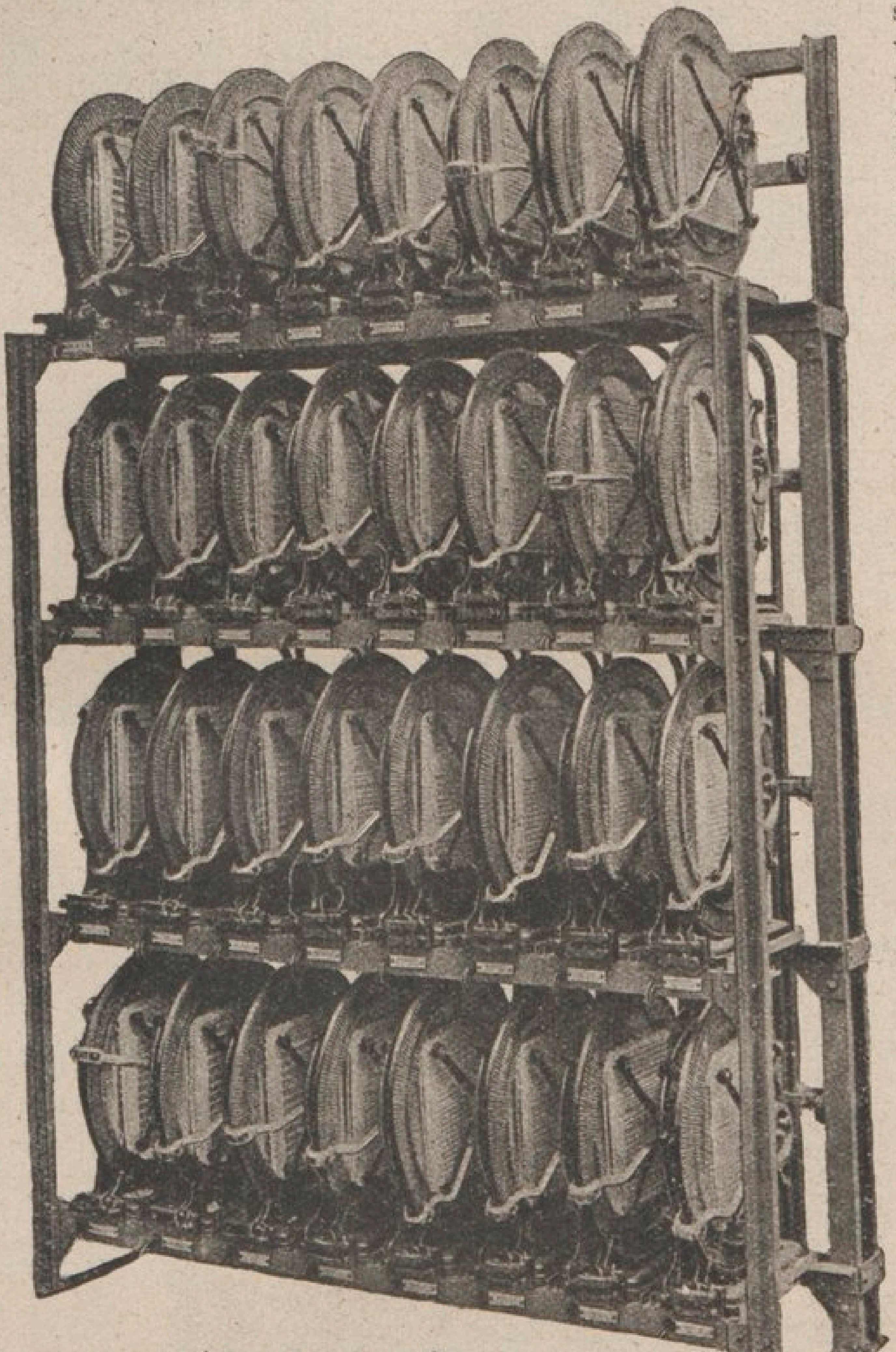
Au cours de cette étude, nous ne nous occuperons que des circuits de la scène, ceux qui jouent un rôle dans la pièce. Les anciens établissements Clemançon, à qui est due l'installation de la Comédie-Française, une des dernières, et, par conséquent, des plus complètement installées, nous donnent ainsi la nomenclature des appareils spéciaux qui

servent à l'éclairage des décors et qu'on peut classer en deux catégories distinctes :

1° Appareils principaux à plusieurs circuits dont la coloration des lampes varie avec chacun d'eux. Ce sont : les *herses* pour l'éclairage des frises ; les *portants* et les *réflecteurs* pour les éclairages en coulisse et les transparents; les *rampes* et *traînées* pour l'éclairage au ras du sol.

2° Appareils auxiliaires désignés souvent sous la dénomination plus générale « d'accessoires », et ne comportant, sauf quelques cas particuliers très restreints, qu'un seul circuit. Ce sont : les *projecteurs*, les *portants* et *lanternes* diverses; les *lustres, appliques, chandeliers* se rattachant au mobilier, dans les décors qui représentent des intérieurs.

La tension est variable sur les circuits alimentant les appareils de la première catégorie, de façon à pouvoir obtenir toutes les variations de coloration et d'intensité.



RHÉOSTATS GROUPÉS SUR UN CHASSIS MÉTALLIQUE

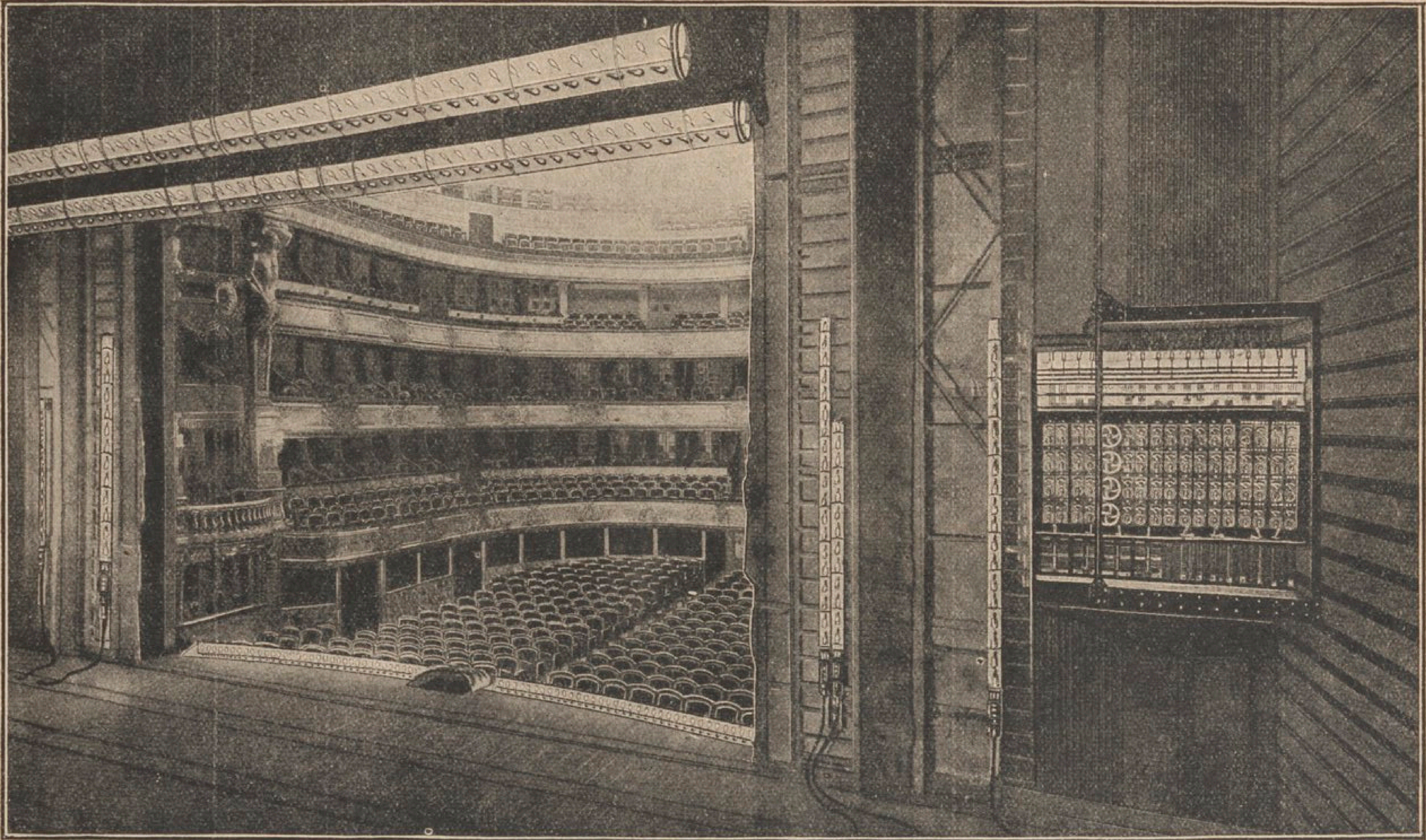
Chacun de ces rhéostats est relié par une double cordelette avec son manipulateur

La manœuvre exige toute une série d'organes : commutateurs, manipulateurs, rhéostats, embrayages pour manœuvres d'ensemble, coupleurs, interrupteurs multiples, etc... C'est le groupement de tous ces organes, d'un maniement assez délicat, que l'on dénomme « tableau de jeu d'orgue ».

Pour les appareils auxiliaires de seconde catégorie, la tension est fixe et de simples interrupteurs suffisent à leur commande.

Au tableau de jeu d'orgue sont également reliés les *pupitres d'orchestre*, le *grand lustre*, les *appliques* de la salle, qui doivent être commandés de la scène, car leur éclairage se trouve en quelque sorte lié à l'ouvrage qui est représenté. On y rattache aussi les lustres du grand foyer, qui doivent être allumés dès le baisser du rideau.

Les différents effets de lumière sont obtenus, avons-nous dit, au moyen de lampes de couleurs appropriées, et, en outre, par la possibilité de faire varier à volonté, soit brusquement, soit lentement, avec une vitesse plus ou moins grande, l'intensité lumineuse, chaque circuit de herse, de rampe, de portant ou de lustre restant absolument indépendant, de telle sorte que chacun d'eux puisse être commandé séparément, la herse pouvant être éteinte pendant que la rampe reste allumée et que le portant ne donne qu'une demi-lumière, ou réciproquement. Le tableau de jeu d'orgue, qui permet de réaliser rapidement toutes ces diverses manœuvres, nombreuses et compliquées, est constitué par un groupement d'éléments unitaires, tous semblables et aussi nombreux qu'il y a de circuits.

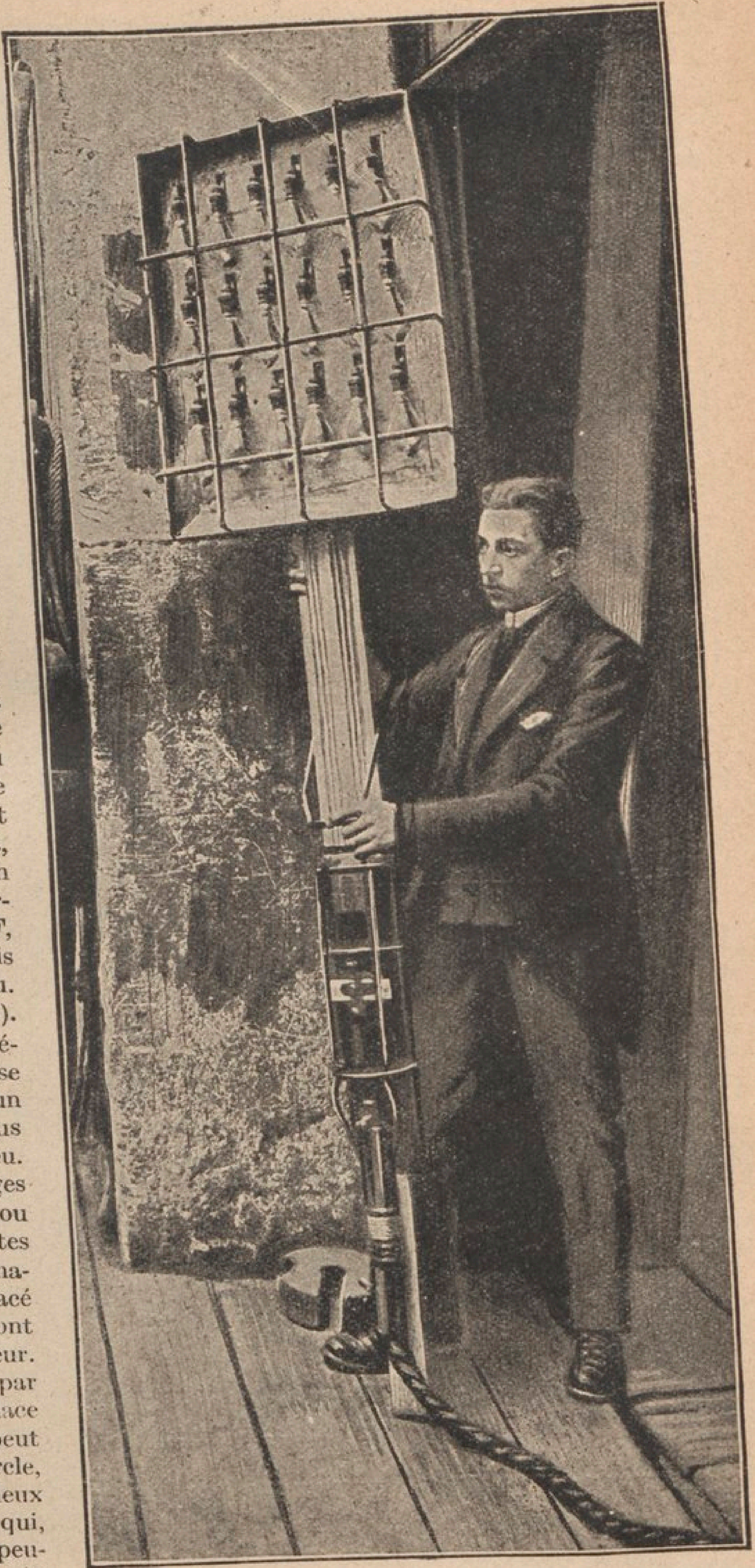


VUE DU PREMIER PLAN DE LA SCÈNE DE LA COMÉDIE-FRANÇAISE, LE RIDEAU LEVÉ

Rampes, herses et portants électriques encadrent la baie de la scène. On voit, à droite, la cabine du « tableau de jeu d'orgue », en surélévation du plancher.

Chacun de ces éléments comporte : un manipulateur, une transmission télédynamique et un rhéostat. Dans le manipulateur, formant monobloc, sont groupés : 1° au-dessus, l'appareil de commande électrique du circuit et, 2°, au-dessous, l'appareil de commande mécanique du rhéostat correspondant. L'appareil de commande électrique est un commutateur à quatre directions, qui permet, suivant que la manette est placée sur les points *O*, *R*, *C* ou *PF*, d'obtenir, avec ou sans l'accouplement du rhéostat, toutes les variétés d'état lumineux. La manette, placée en *O* sur le secteur supérieur, donne l'extinction complète. Amenée en *R*, elle intercale le rhéostat dans le circuit, et l'on peut faire varier l'état lumineux ; au point *C*, les conditions sont les mêmes qu'en *R*, mais le circuit est, en plus, relié au coupleur dont le rôle est de mettre instantanément en court circuit tous les rhéostats, et, par suite, de ramener au plein feu, brusquement, tous les circuits correspondants. Sur *PF*, rhéostat et coupleur sont mis hors circuit, c'est le plein feu. (Voir la figure à la page 25).

L'appareil de commande mécanique du rhéostat se compose d'un tambour *P* monté sur un embrayage-cône, dont nous expliquerons plus loin le jeu. Sur ce tambour, deux gorges dans lesquelles s'enroulent ou se déroulent deux cordelettes formant transmission télédynamique jusqu'au rhéostat, placé à distance, et dont elles sont chargées d'entraîner le curseur. Ce tambour est commandé par une poignée *M* qui se déplace sur un cercle gradué *G* et peut faire un tour complet. Ce cercle, gradué de 0 à 20, supporte deux butées mobiles *B* et *B'*, qui, glissant dans une rainure, peuvent se fixer à l'aide d'une vis, sur un point quelconque du cadran ; elles servent à arrêter la poignée *M* dans sa course.



UN PUISSANT RÉFLECTEUR A DIX-HUIT LAMPES

Cet appareil, d'une construction simple, peut se transporter à volonté et s'orienter suivant les besoins de la scène.

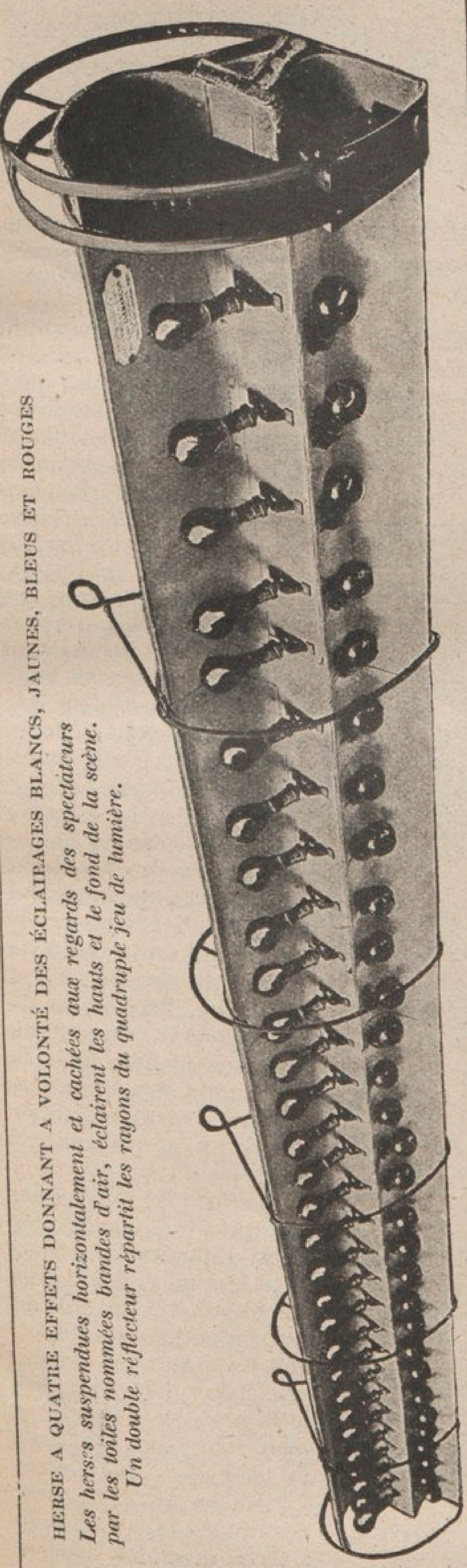
A tout mouvement de la poignée de commande correspondra donc un déplacement équivalent du curseur-rhéostat, qui a pour fonction d'introduire dans le circuit des lampes une résistance variable à volonté et permet de mesurer l'intensité du courant, de même qu'avec un robinet plus ou moins ouvert on règle le débit d'un liquide. Le rhéostat, dont nous nous occupons ici, porte sur une de ses faces 162 plots ou touches successives. Le frotteur entraîné par le curseur, exécute tous les déplacements commandés par la poignée *M* du manipulateur, de telle sorte que, plus cette poignée s'éloignera du point *N*, marqué en haut à droite sur la plaque du manipulateur et qui veut dire « nuit », pour se rapprocher du point *J* ou « jour », plus le frotteur retirera de résistance du circuit relié à ce rhéostat. Arrivé en *J*, au chiffre 20 du cadran, toute résistance est supprimée, c'est la pleine lumière, le plein feu ; le robinet est ouvert en plein. Or, comme de *N* en *J*, il y a 162 degrés successifs dans la valeur d'intensité de la lumière, on voit combien ce passage de la nuit au jour peut être nuancé et se faire sans secousse sensible.

Une autre manœuvre permet d'embrayer les tambours sur un arbre horizontal passant derrière chaque rangée de manipulateurs et, par suite, de faire varier simultanément les intensités lumineuses des divers appareils, d'après les positions de cet arbre que commande un volant. C'est ici qu'intervient l'embrayage-cône, dont nous avons parlé plus haut. Il est commandé par un petit levier excentré *L*, placé au centre de la manette *M* de commande mécanique, et permet de rendre le tambour solidaire d'un petit arbre porteur d'un engrenage d'angle toujours en prise avec un engrenage correspondant de l'arbre qui relie les appareils entre eux. La manœuvre d'une rangée de manipulateurs qui serait impossible à accomplir à un seul opérateur, se trouve ainsi facilitée. Le débrayage s'obtient aussi automatiquement à l'aide des butées *B* et *B'* que nous avons déjà indiquées, et dont une des faces est taillée en talus. Une de ces butées est fixée au point où le débrayage doit avoir lieu pour produire l'effet lumineux voulu ; quand la manette, entraînée par le jeu du grand arbre touchera la butée, elle se trouvera soulevée légèrement par le talus de cette butée et ce simple soulèvement suffit pour libérer le cône d'embrayage. Grâce donc à l'ingénieuse disposition de ces divers organes, la variété des jeux et des effets de lumière peut être aisément portée à l'infini.

Un rhéostat constitue avec un manipulateur un élément du jeu d'orgue. L'ensemble des rhéostats, cons-

PORTANT MOBILE A DOUZE LAMPES

On l'utilise soit verticalement, soit horizontalement sur le plancher même.



HERSE A QUATRE EFFETS DONNANT A VOLONTÉ DES ÉCLAIRAGES BLANCS, JAUNES, BLEUS ET ROUGES

Les herses suspendues horizontalement et cachées aux regards des spectateurs par les toiles nommées bandes d'air, éclairent les hauts et le fond de la scène. Un double réflecteur répartit les rayons du quadruple jeu de lumière.

truits de façon à présenter le plus petit encombrement possible, est disposé sur un châssis et logé dans un local contigu à la scène, tandis que les manipulateurs sont directement sous les yeux du chef électricien. Ces manipulateurs sont groupés symétriquement, chaque ligne horizontale comprenant ceux de même couleur de tous les appareils d'éclairage, chaque ligne verticale comprenant tous ceux des circuits de couleurs diverses d'un même appareil, d'une herse ou d'une rampe, par exemple.

Chaque tableau de jeu d'orgue comporte, en outre, un coupleur et un interrupteur multiple par rangée horizontale, c'est-à-dire par couleur. Nous avons déjà noté le rôle du coupleur, celui de l'interrupteur est d'agir indifféremment sur un nombre quelconque de circuits ou sur la totalité de ceux-ci.

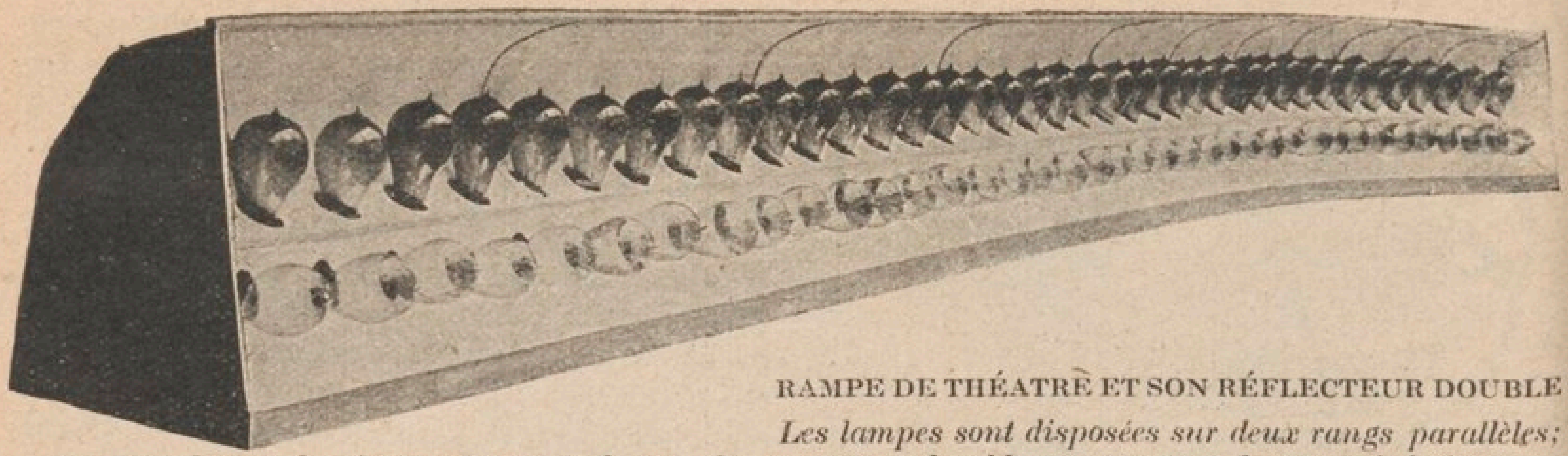
Le tableau de jeu d'orgue de la Comédie-Française, que nous décrivons ici, comporte soixante-quatre éléments, disposés sur quatre rangs correspondant aux allumages : blancs, jaunes, bleus et rouges. Ces éléments se répartissent ainsi :

Rampe cour à 4 effets	4
Rampe jardin à 4 effets	4
6 herses à 4 effets	24
Herse 7 cour à 4 effets	4
Herse 7 jardin à 4 effets	4
Portants face cours à 3 effets	3
Portants face jardin à 3 effets	3
Portants milieu cour à 3 effets	3
Portants milieu jardin à 3 effets	3
Portants lointain cour à 3 effets	3
Portants lointain jardin à 3 effets	3
Accessoires plateau cour à 1 effet	1
Accessoires plateau jardin à 1 effet	1
Accessoires cintre cour à 1 effet	1
Accessoires cintre jardin à 1 effet	1
Lustre salle (2 circuits)	2

Des tableaux accessoires distribuent les circuits pour les projections, l'éclairage des lustres et appliques de la salle et le service des cintres et des dessous.

Maintenant que nous connaissons comment se répartit l'électricité dans le vaisseau théatral, il nous reste à décrire les appareils qu'utilise la mise en scène et qui comprennent dans le cas qui nous occupe, c'est-à-dire à la Comédie-Française :

1 rampe d'avant-scène à 4 effets (160 lampes)
4 portants de 18 lampes ;
10 portants de 12 lampes ;
2 réflecteurs de 18 lampes ;
16 prises de courant à triple effet ;
14 prises de courant pour accessoires et projections sur le plateau de la scène ;
16 câbles sous cuir pour servir les portants ;



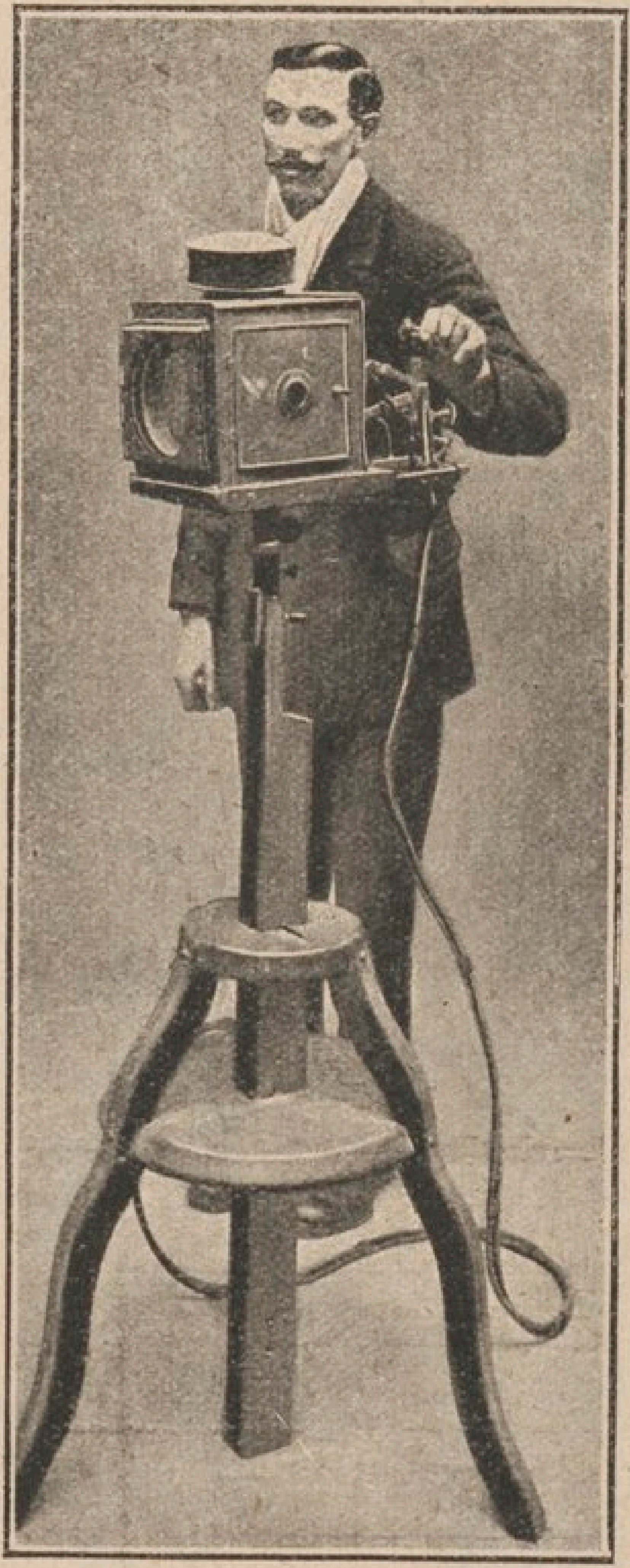
RAMPE DE THÉATRE ET SON RÉFLECTEUR DOUBLE

Les lampes sont disposées sur deux rangs parallèles; les blanches et les jaunes sont au-dessus, les rouges et les bleues occupent le rang inférieur.

1 herse draperie de 8 m. (80 lampes) ;
2 herses de 10 m. (100 lampes) chacune ;
2 herses de 12 m. (120 lampes) ;
2 herses de 14 m. (140 lampes) ;
8 câbles souples sous cuir pour herse (la septième herse ayant 2 câbles) ;
22 prises de courant pour accessoires de scène ou projections du cintre;
16 projecteurs ;
36 câbles placés sous cuir pour accessoires divers ou projecteurs.
Un nombre considérable d'appareils appartenant au mobilier, lustres de scène, appliques, etc.

Les appareils d'usage permanent sont la rampe, les herses et les portants qui éclairent le bas, le haut et les côtés de la scène. La rampe est en bordure de l'avant-scène et se déploie de chaque côté du trou du souffleur. Elle comporte le plus grand nombre possible de lampes, celles-ci étant disposées sur deux rangs parallèles, au-dessus les blanches et les jaunes, au dessous, les rouges et les bleues. Pour chaque rangée, la rampe est munie d'un réflecteur qui doit concentrer sur la scène seule tous les rayons des lampes. Les quatre sortes de lampes qui constituent généralement cet appareil font désigner celui-ci sous le nom de rampe à quatre effets.

La herse est la rampe du cintre. Construite sur les mêmes données, avec deux rangées de lampes de couleurs différentes et un réflecteur à deux étages, elle est suspendue le long des bandes d'air qui la dissimulent et peut être montée ou descendue plus ou moins suivant la disposition du décor à éclairer. Une scène dispose d'autant de herses qu'elle a de plans, par conséquent de profondeur. L'Opéra de Paris en compte onze, le Châtelet dix, l'Opéra-Comique et la Comédie-Française sept, le théâtre de Bordeaux neuf, etc... Dans le cas où la scène représente un intérieur, l'éclairage est fourni simplement par la rampe, la première herse, celle que l'on appelle « herse de draperie », parce qu'elle est la plus rapprochée du rideau et les quelques lustres, appliques ou candélabres qui sont reliés à des prises de courant. Si, au contraire, l'action se déroule dans un espace découvert : campagne, forêt ou place publique, à la rampe et aux herses s'ajoutent les portants, qui éclairent les côtés. Ce sont des montants en bois, aussi légers que possible, sur lesquels sont disposées les lampes dont le nombre peut varier de trois à trente, suivant les dimensions de l'appareil. Le portant est mobile : relié par un câble souple à la prise de courant, il peut être transporté dans la coulisse, s'accrocher verticalement à l'arrière des décors ou être disposé à terre, dissimulé derrière



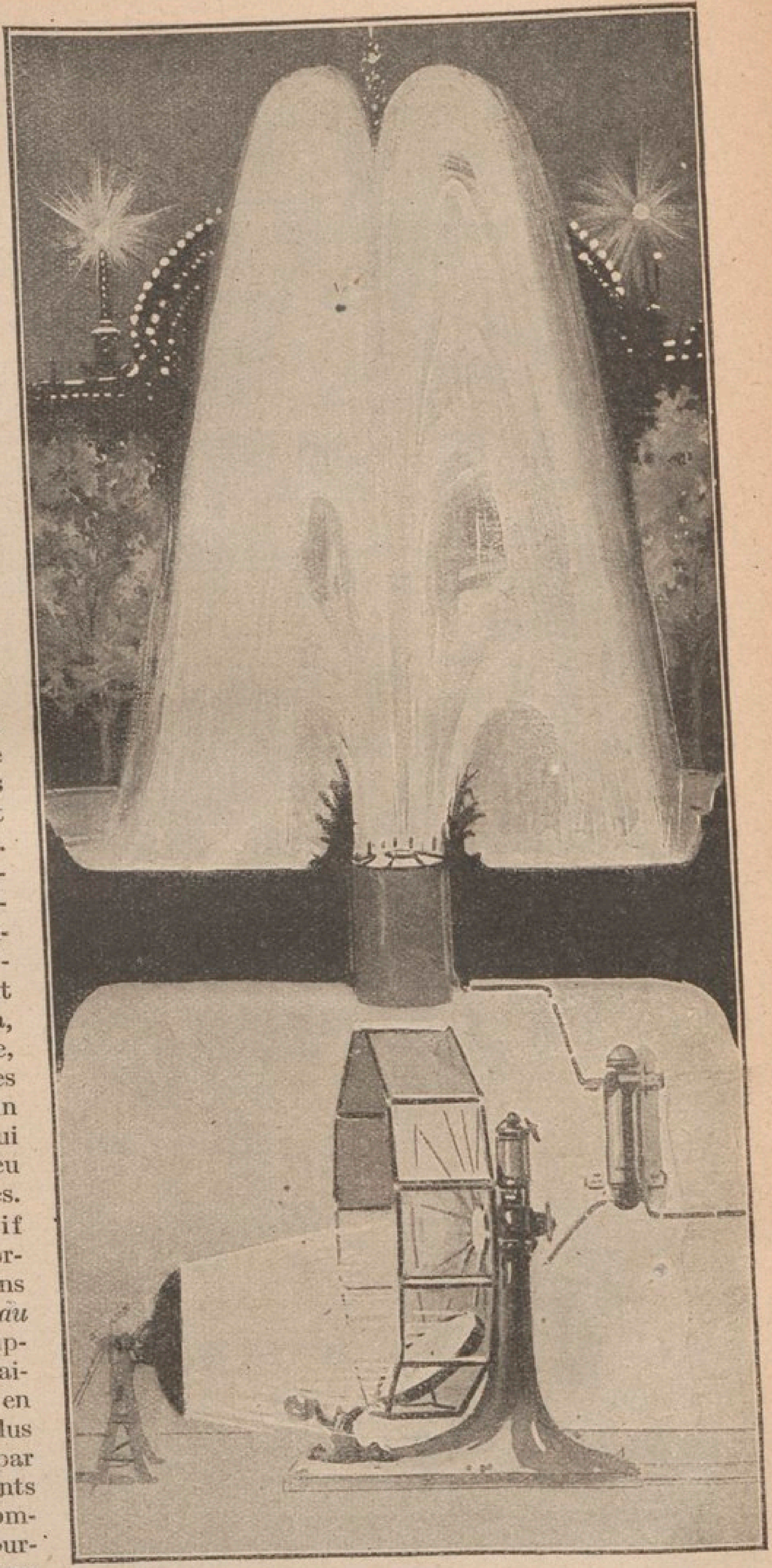
TYPE DE PROJECTEUR EMPLOYÉ COURAMMENT AU THÉATRE

des bandes de terrain ; il prend alors le nom de *traînée*. Le nombre des portants n'est pas limité.

A cet appareillage s'ajoutent les réflecteurs et les projecteurs. Le réflecteur est destiné à l'éclairage intense d'un point déterminé. Sur un plateau à surface réfléchissante, les lampes de trois ou quatre couleurs sont groupées, donnant ainsi lieu à trois ou quatre effets ; les réflecteurs, essentiellement mobiles, comptent de quinze à trente lampes. Les projecteurs sont destinés à produire un éclairage très violent sur un point ; la boîte du projecteur renferme une puissante lampe à arc dont les rayons sont concentrés et renvoyés par la lentille. Elle est montée sur un support à fourchette, qui permet de l'orienter dans tous les sens. Un obturateur à double guillotine permet de mesurer graduellement le faisceau lumineux ; des glissières sont également disposées en avant pour recevoir les verres colorés.

Tels sont les différents appareils dont disposent le machiniste et le décorateur pour l'éclairage de la scène et pour les différents jeux de lumière qui servent à donner l'illusion. A l'Opéra, on compte une double rampe, soixante portants, neuf herses d'une portée de 27 mètres et un nombre variable de traînées, qui représentent, au total, un peu plus de quatre mille lampes.

Il est un autre dispositif d'éclairage, imaginé par M. Fortuny, dont M. de Vaulabelle, dans son ouvrage sur la *Science au théâtre*, nous donne la description. Ce procédé consiste à éclairer les décors et les artistes d'en haut et latéralement, non plus par la lumière directe, mais par les rayons réfléchis de puissants projecteurs. Les appareils comportent des lampes à arc pourvues d'un mécanisme régulateur spécial qui permet leur fonctionnement dans toutes les positions. Chacune de ces lampes, placées au-dessus du cadre de la scène et dans les coulisses, est pourvue



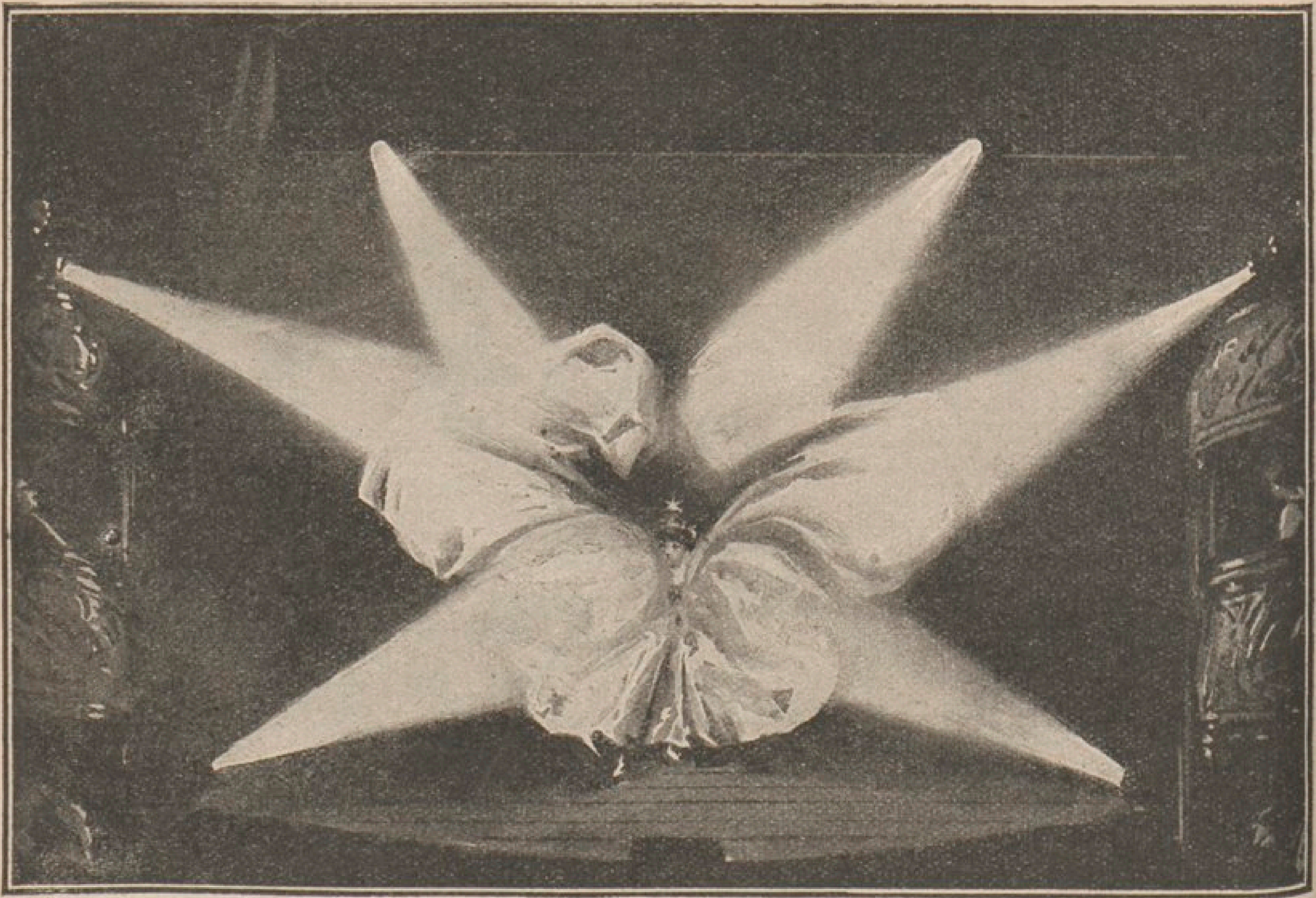
LE MÉCANISME DES FONTAINES LUMINEUSES

Un puissant réflecteur, disposé dans une chambre souterraine, renvoie dans la gerbe d'eau les rayons électriques que l'on colore en interposant des écrans de verre de différentes couleurs. Ces écrans se meuvent sur un axe de rotation.

d'un écran qui cache à la vue la lumière de l'arc et d'un miroir de forme parabolique qui renvoie parallèlement les rayons lumineux sur une surface réfléchissante. Celle-ci n'est autre qu'une bande de satin de plusieurs mètres, présentant toute la gamme des couleurs, qui s'enroule à ses extrémités autour de deux rouleaux, établis latéralement à l'appareil, et commandés soit par un treuil, soit par un moteur électrique. En tournant, les rouleaux déplacent la surface de satin qui, en passant de la zone la plus claire à la zone la plus foncée, donne, par réflexion, toutes les variations d'intensité et de coloration de la lumière. Pour produire, au moment voulu, l'extinction complète, on interpose des écrans opaques qui interceptent brusquement tout rayon lumineux.

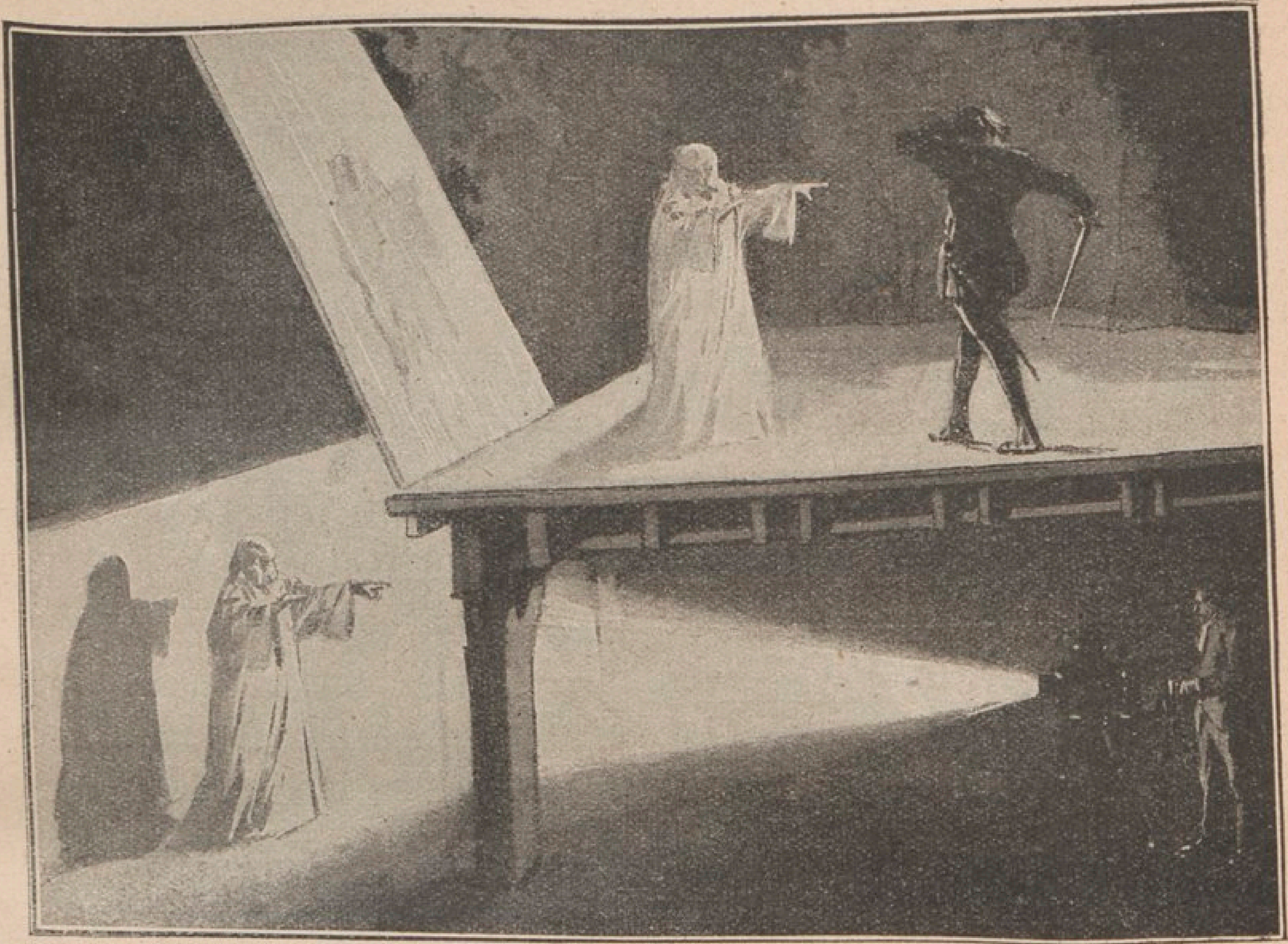
L'emploi des projections lumineuses a permis à la scène toute une série d'effets et de décorations, dont une des plus célèbres manifestations fut le numéro présenté en 1892, aux Folies-Bergère, par la Loïe Fuller, sous le nom de danse serpentine. Sur la scène entièrement tendue de velours noir, la danseuse américaine se présentait vêtue d'une robe très ample de mousseline de teinte grise. De chaque côté, cette étoffe était fixée sur des baguettes rigides que la danseuse tenait à bout de bras et avec lesquelles elle agitait l'étoffe, la faisant onduler autour d'elle, la balançant au-dessus de sa tête, la repliant, ou s'en enveloppant comme d'une auréole ; et, pendant tout le temps qu'avaient lieu ces pas et ces évolutions, une dizaine de projecteurs, placés dans la salle même, à la première galerie et sur la scène, dans les cintres, dardaient sur cet amas d'étoffe en mouvement leurs faisceaux de lumière. Pour compléter la variété des effets lumineux, chaque projecteur était pourvu d'un écran circulaire muni de verres ayant toutes les couleurs de l'arc-en-ciel qui venaient tour à tour, et à la volonté de l'opérateur, se placer devant la lentille du projecteur. C'était féerique.

Un autre effet resté célèbre de projections électriques fut, en 1889, celui des fontaines lumineuses de l'Exposition universelle. Sous le faisceau de jets d'eau qui s'échappait du centre du bassin était disposée une puissante lampe à projections électriques dont les rayons étaient envoyés verticalement dans l'axe de ces jets d'eau paraboliques. Le phénomène produit est le suivant : la lumière,



LA DANSE SERPENTINE EXÉCUTÉE IL Y A QUELQUES ANNÉES PAR LA LOIE FULLER

Des projecteurs, disposés dans les cintres, dans les coulisses et aux premières galeries, dirigent sur la danseuse leurs faisceaux lumineux diversement colorés, qui produisent dans les étoffes agitées par l'extraordinaire artiste des effets absolument féeriques.



COMMENT EST MACHINÉE AU THÉATRE L'APPARITION DES FANTOMES

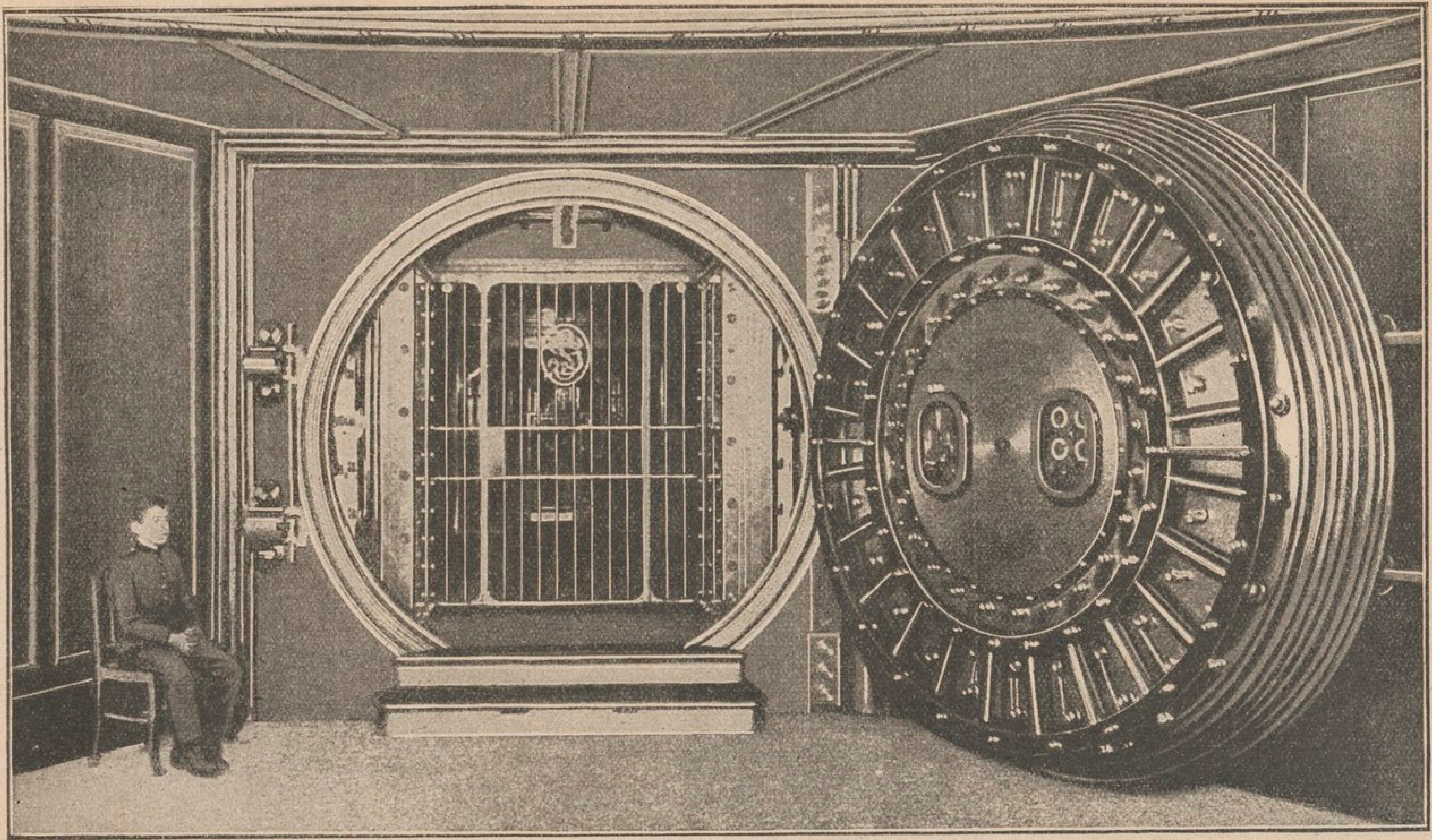
L'acteur représentant le fantôme est au-dessous du plancher de la scène; son image, très vivement éclairée, est renvoyée sur la scène par la glace sans tain inclinée, de telle sorte qu'un personnage en chair et en os peut la pourfendre et la traverser impunément.

ainsi projetée, subit une réflexion totale sur les parois intérieures du liquide et, au lieu de s'échapper, le suit et l'illumine en lui donnant l'aspect d'un véritable jet de feu. En interposant entre l'appareil de projection et la gerbe d'eau des écrans colorés, on obtenait une variété infinie d'effets lumineux aux couleurs vives ou éteintes, passant par toutes les nuances du prisme que des millions de curieux applaudirent comme une nouveauté, alors que, trente ans auparavant, ce curieux dispositif avait déjà été appliqué au théâtre par M. J. Duboscq.

C'est encore à l'aide de projections lumineuses que l'on produit les apparitions des spectres. Voici comment, pour ce cas particulier, la scène doit être disposée. Une grande glace sans tain est placée, inclinée d'environ 20 degrés, sur la scène. En avant de cette glace, une vaste trappe longitudinale est ouverte dans le plancher, mettant ainsi à nu le premier dessous. C'est dans cet espace que se meut le personnage chargé de jouer le rôle du spectre. Vêtu d'étoffes blanches, il est vivement éclairé à l'aide d'un puissant projecteur dont les rayons l'accompagnent dans tous ses mouvements. La glace sans tain réfléchit la silhouette animée de cette apparition ; les spectateurs ont ainsi l'illusion d'avoir devant eux, sur la scène plongée dans une demi-obscurité, le fantôme lui-même qui, en réalité, est à un étage inférieur. Le spectre disparaît subitement dès qu'on interrompt la projection qui l'illumine, pour réapparaître aussi soudainement en un autre point de la scène, dès que le courant électrique l'enveloppe à nouveau de rayons lumineux.

Nombreux sont ainsi, au théâtre, les effets dans lesquels la lumière joue un rôle important ; nous venons d'en indiquer quelques-uns, les plus sensationnels et les plus connus; mais les ressources immenses que l'on peut tirer de l'emploi du rayon électrique permettent de dire que le décorateur et le machiniste, habiles et ingénieux, ont désormais à leur disposition les moyens de varier à l'infini les procédés de l'illusion.

Marcel JUBIN



UNE FORMIDABLE ENTRÉE DE « CHAMBRE-FORTE » DANS UN GRAND ÉTABLISSEMENT FINANCIER PARISIEN

Cette construction circulaire mesure environ 2 m. 80 de diamètre. Fortement cuirassée et blindée, armée de substances réfractaires, elle se ferme à l'aide de vingt-quatre pênes rayonnants commandés par un volant central. La porte obture un tambour fermé lui-même à l'intérieur par une grille pesant vingt tonnes.

LA SCIENCE CONTRE LES MALFAITEURS

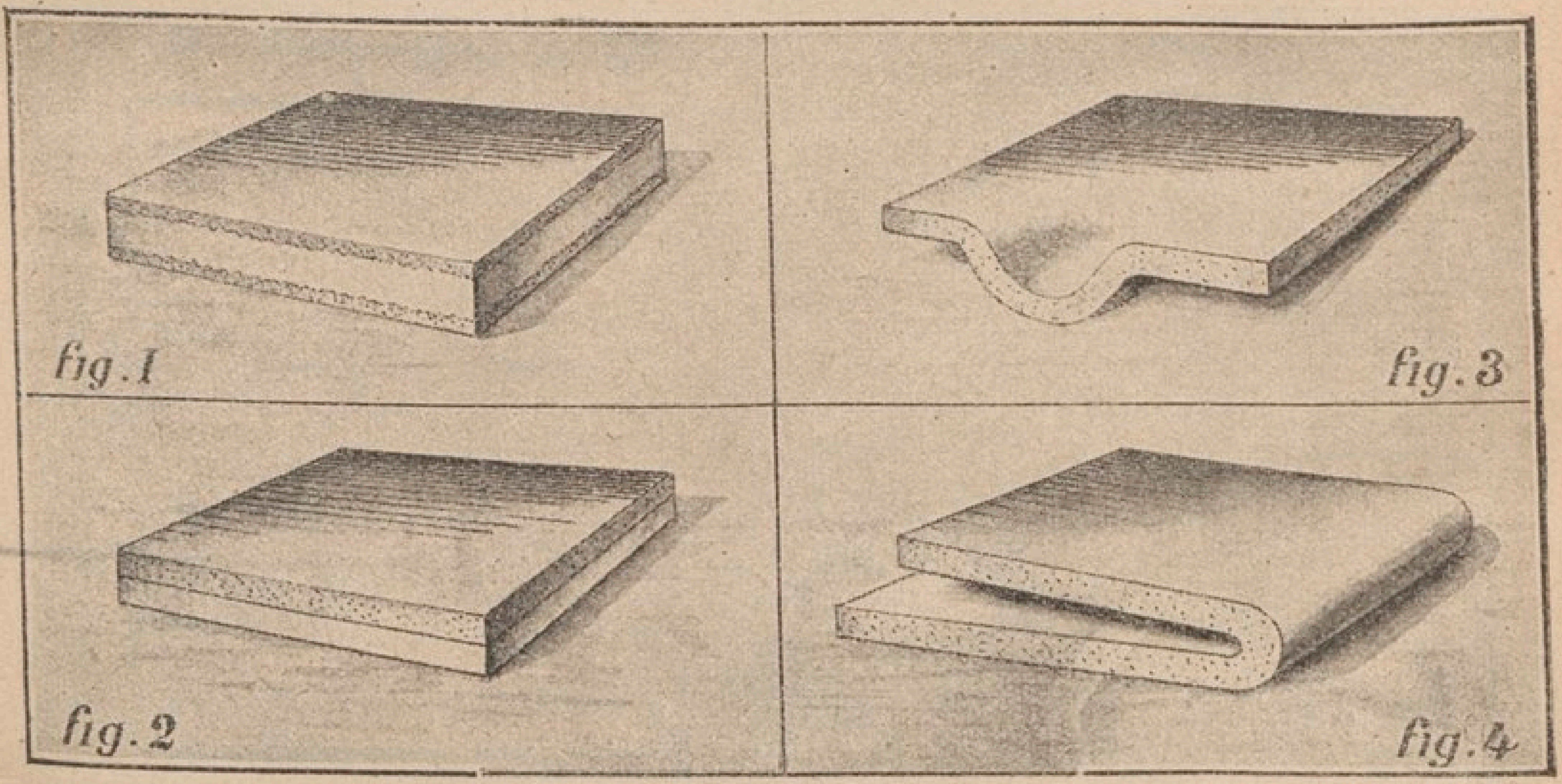
Par Gérard DUPONTEL

Dans une étude parue quelque temps avant la guerre, *La Science et la Vie* a montré comment les progrès réalisés dans les diverses branches de la science et de l'industrie ont été exploités par les malfaiteurs pour s'approprier le bien d'autrui.

Très avertis sur les moyens les plus récents que les découvertes dans les domaines mécanique, électrique, chimique pouvaient mettre à leur disposition pour forcer les coffres-forts les plus robustes, certains cambrioleurs, techniciens émérites, sont parvenus à devancer les moyens de défense et, soit au chalumeau oxyacétylénique, soit à l'arc électrique, à couper proprement et rapidement les portes qui paraissaient être d'une inviolabilité absolue. Le constructeur, répondant à l'attaque en puisant, lui aussi, des ressources nouvelles dans les progrès de la métallurgie, est parvenu à constituer des aciers d'une telle dureté que toute tentative d'effraction des coffres-forts modernes demeure nettement impuissante devant leur résistance.

Entendons-nous bien. Le coffre-fort moderne est une petite forteresse qui tire sa principale protection des défenses avoisinantes. La résistance propre qu'il peut opposer à l'attaque des outils les plus perfectionnés ne le met pas à l'abri d'une effraction favorisée par l'absence de toute défensive morale. On l'a bien vu pendant l'invasion germanique. Aucun coffre-fort ne pouvait résister aux opérations conduites par les Allemands, et tous ont été vidés de leur contenu. Mais les vulgaires cambrioleurs, opérant isolément, ont à lutter d'abord contre la protection extérieure des locaux qu'ils ont choisis pour théâtre de leurs exploits et contre leur outillage lui-même, qui peut attirer l'attention par la lumière ou par le bruit produits au cours des effractions.

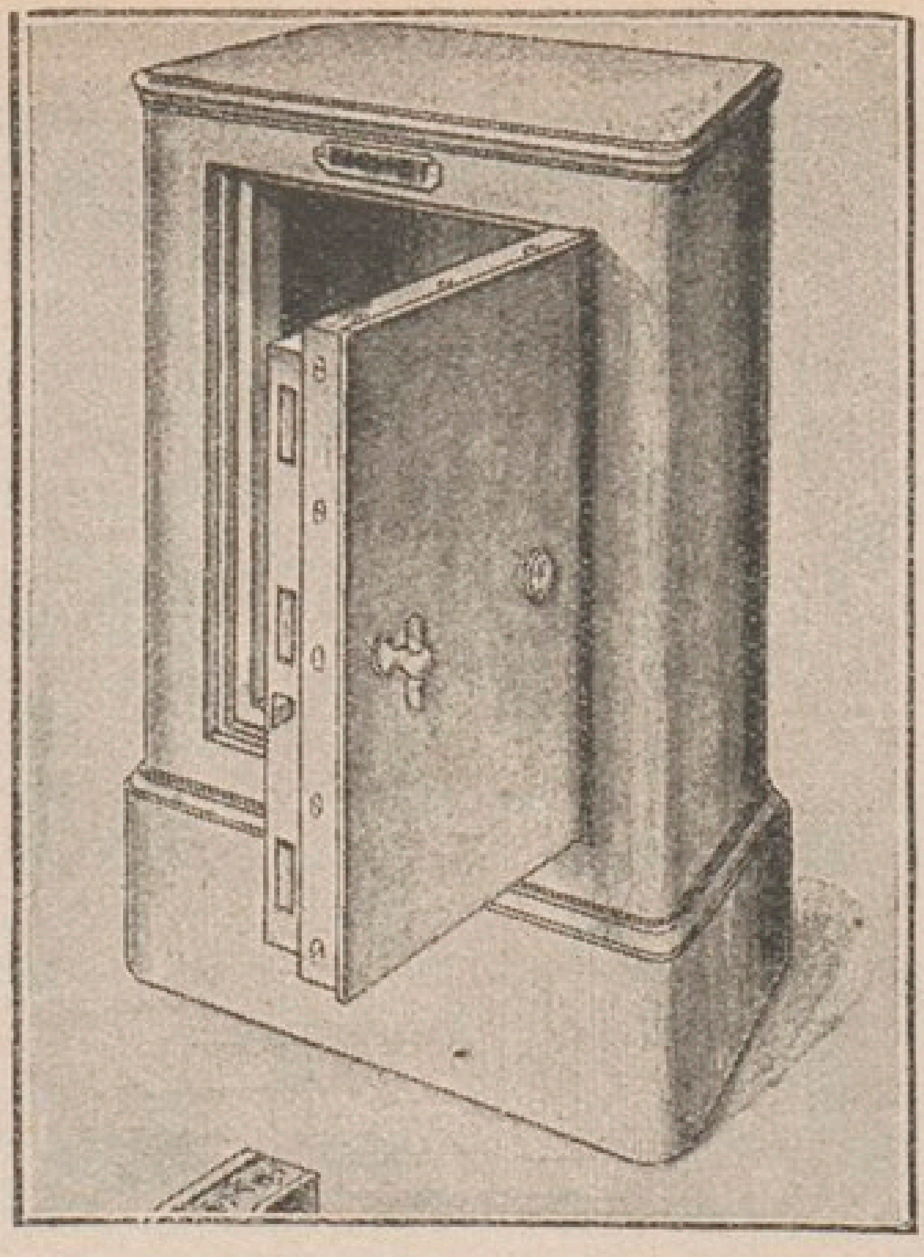
Avant d'étudier la défense de la fortune privée, rappelons quels sont les principaux moyens d'attaque dont disposent les cambrioleurs. Le premier en date, encore le plus employé, emprunte ses moyens à l'énergie mécanique. Les outils sont des pinces ou leviers puissants, des forets, des perceuses à



BLINDAGES EMPLOYÉS DANS LA CONSTRUCTION DES COFFRES-FORTS

Fig. 1. *Plaque d'acier cémentée. (La cémentation a eu pour effet de transformer en acier, sur une épaisseur de deux millimètres et demi, les deux faces de la plaque de fer soumise à l'opération; le noyau central reste à l'état de fer).* — Fig. 2. *Plaque d'acier compound (Une plaque d'acier trempé est juxtaposée à une plaque d'acier doux ne prenant pas la trempe).* — Fig. 3 *et* 4. *Acier spécial non trempé résistant aux outils les plus puissants et possédant une élasticité supérieure à celle des aciers doux.*

main ou à commande électrique, des burins, etc. Le voleur cherche soit à disjoindre les tôles, soit à arracher les portes, soit encore à pratiquer des ouvertures permettant le passage du bras. Les plus habiles ont obtenu des succès retentissants en utilisant les propriétés du chalumeau oxyacétylénique ou de l'arc électrique pour couper les portes beaucoup plus rapidement qu'avec des outils mécaniques. Enfin, d'autres s'attaquent uniquement aux serrures et cherchent, par tâtonnements, les combinaisons secrètes qui leur permettront d'ouvrir normalement les portes.

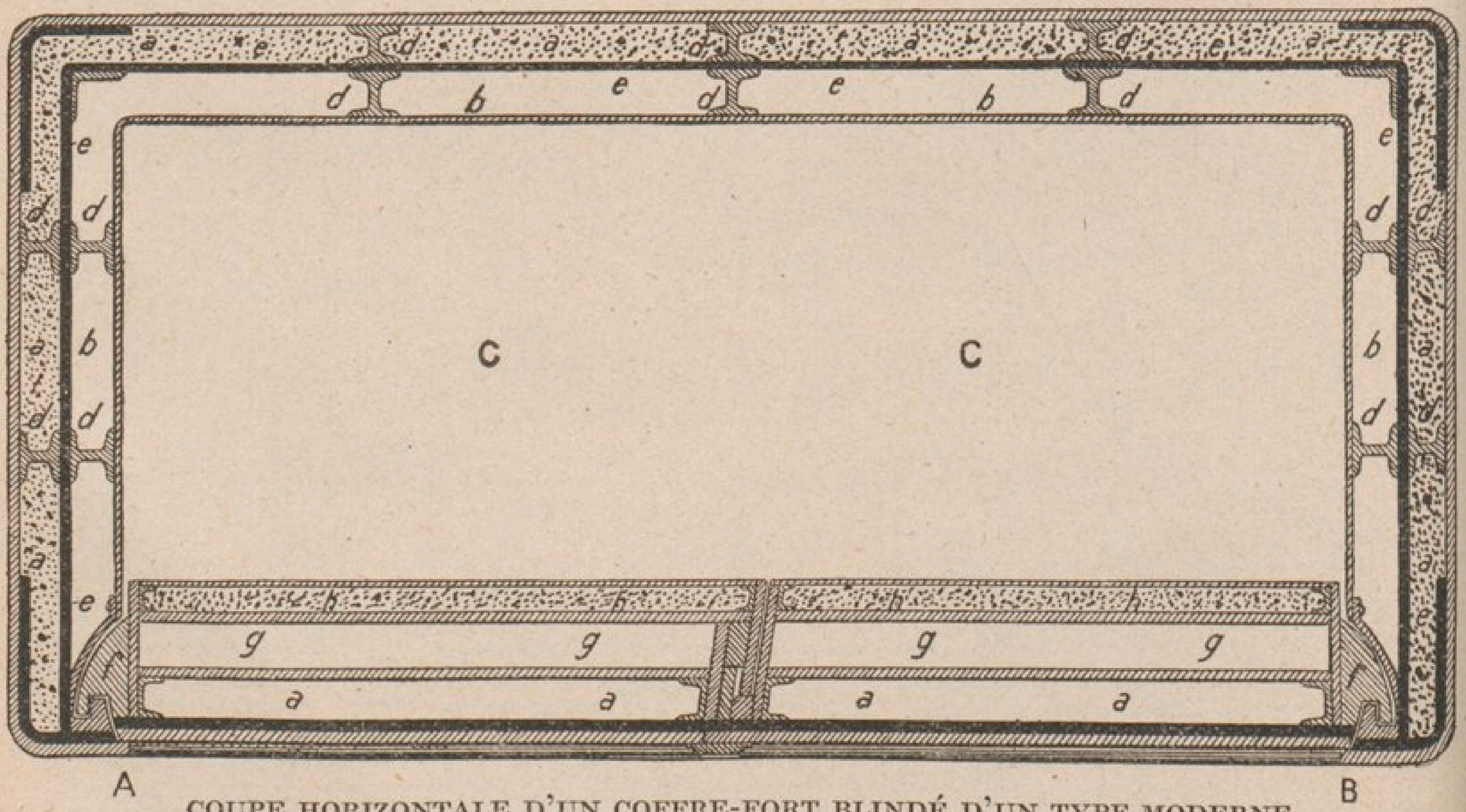


UN COFFRE-FORT MODERNE

Ces coffres sont pourvus de feuillures croisées, disposées de telle sorte que la porte étant fermée est complètement encastrée dans les contre-feuillures du châssis.

Le constructeur a fort à faire pour défendre son œuvre contre l'outillage des cambrioleurs. Autrefois, il y a une centaine d'années à peine, le coffre-fort n'était qu'une solide armoire en chêne bardée de fer forgé et armée d'une serrure à secret très compliquée. Pauvre protection, puisque, avec une scie fine et un ciseau, le premier venu pouvait perforer les parois. Vinrent ensuite des coffres en briques fermés par des portes en fer incapables d'offrir quelque résistance au crochetage ou à la pince-monseigneur. Lorsque les aciers durs furent mis à la disposition des fabricants, il se trouva des cambrioleurs pour les détremper, pour faire sauter les serrures à la dynamite !

Mais, vers la fin du XIX[e] siècle, apparaissent les aciers spéciaux, aciers au tungstène, aciers au chrome, autrement dits aciers rapides. Les cambrioleurs les adoptent aussitôt sous la forme d'outils capables de supporter des températures élevées sans se détremper. Alors le travail de la perforation des tôles se simplifie et le voleur se sert de perceuses électriques empruntant le courant à la canalisation de lu-



COUPE HORIZONTALE D'UN COFFRE-FORT BLINDÉ D'UN TYPE MODERNE

A B, *ouverture de la porte à deux vantaux;* C C, *intérieur du coffre;* a a, *espace rempli de matière réfractaire à la chaleur du chalumeau ou de l'arc électrique;* b g, *chambres à air;* d d, *entretoises;* e, *blindage en acier spécial imperforable ne subissant pas la détrempe après chauffage au chalumeau;* f, *agrafe à développement circulaire empêchant l'écartement des montants (les angles extérieurs, arrondis d'une seule pièce, ne laissent aucune possibilité d'attaque au ciseau et à la pince).*

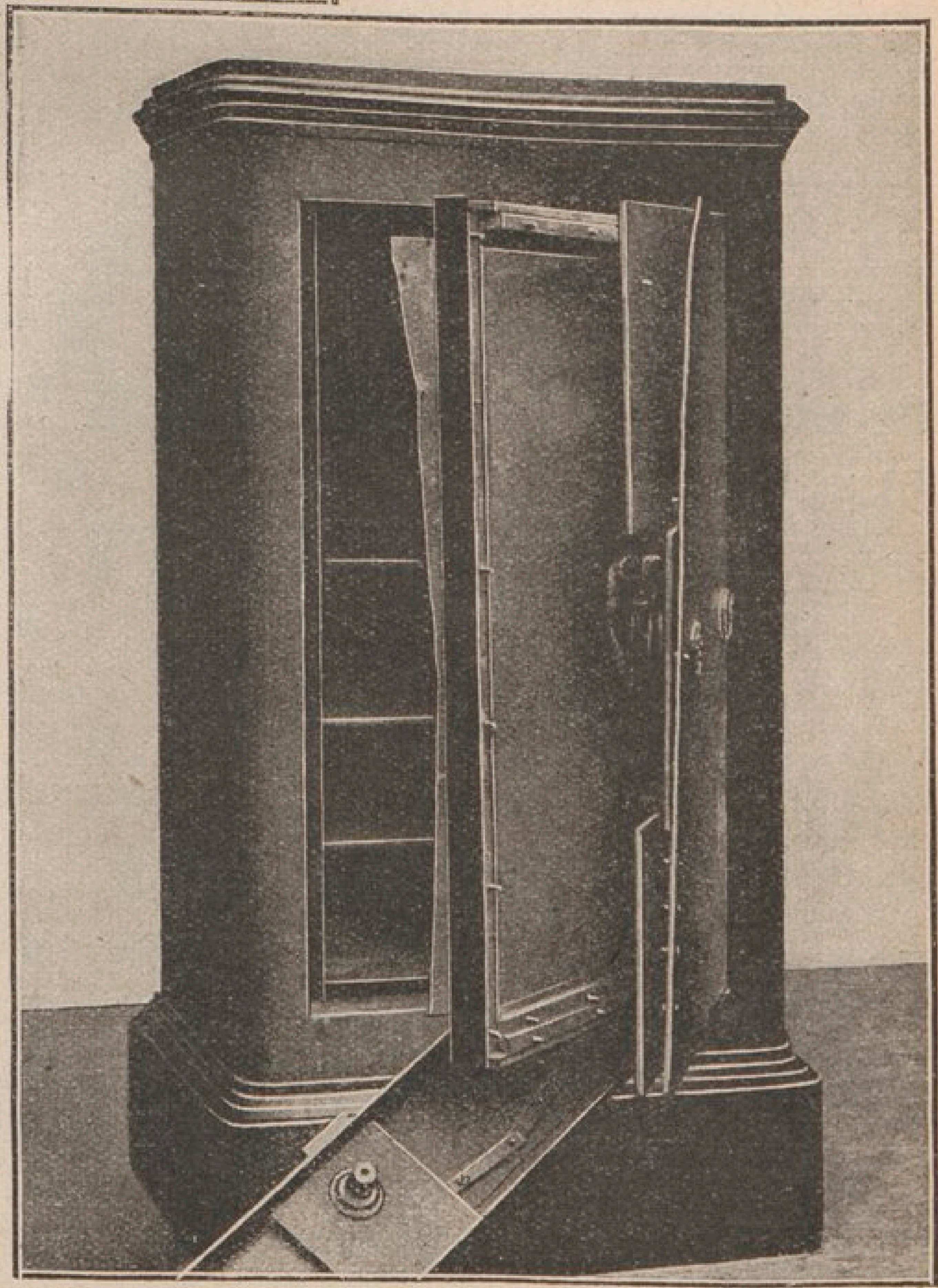
FORCEMENT D'UN COFFRE-FORT PAR UN CAMBRIOLEUR

Le malfaiteur emploie ici un étrier s'appuyant, de part et d'autre de la porte, sur le coffre. Il détrempe ensuite l'acier au chalumeau, creuse un trou d'un centimètre et demi de profondeur, taraude ce trou et y engage une vis qui traverse l'étrier. A l'aide d'une manivelle, il agit sur la vis, qui pénètre dans le trou. Comme l'étrier empêche cette vis d'avancer, l'angle de la porte cède sous la pression. Lorsque l'ouverture est suffisante, le cambrioleur continue son travail à l'aide de puissantes pinces d'acier.

mière de la pièce où il opère et tournant à 1.000, à 1.200 tours par minute. A cette vitesse, le foret s'enfonce dans l'acier comme dans du beurre. Aussitôt intervient un moyen défensif nouveau, le *blindage*, contre lequel viennent s'émousser les outils les plus puissants des malfaiteurs.

Le blindage constitue l'armature essentielle d'un coffre-fort moderne. Il doit être inattaquable aux outils les mieux trempés, incassable sous les chocs répétés du marteau et résistant au *recuit*, c'est-à-dire ne pas perdre sa trempe lorsque, après avoir été chauffé au rouge, on le laisse refroidir lentement. L'acier trempé, pratiquement imperforable, constituerait cependant un mauvais blindage parce qu'il se briserait sous les coups de marteau. Il est vrai que le cambrioleur ne peut recourir à ce moyen que lorsqu'il opère dans des villas isolées où il n'a pas à craindre d'éveiller l'attention des voisins.

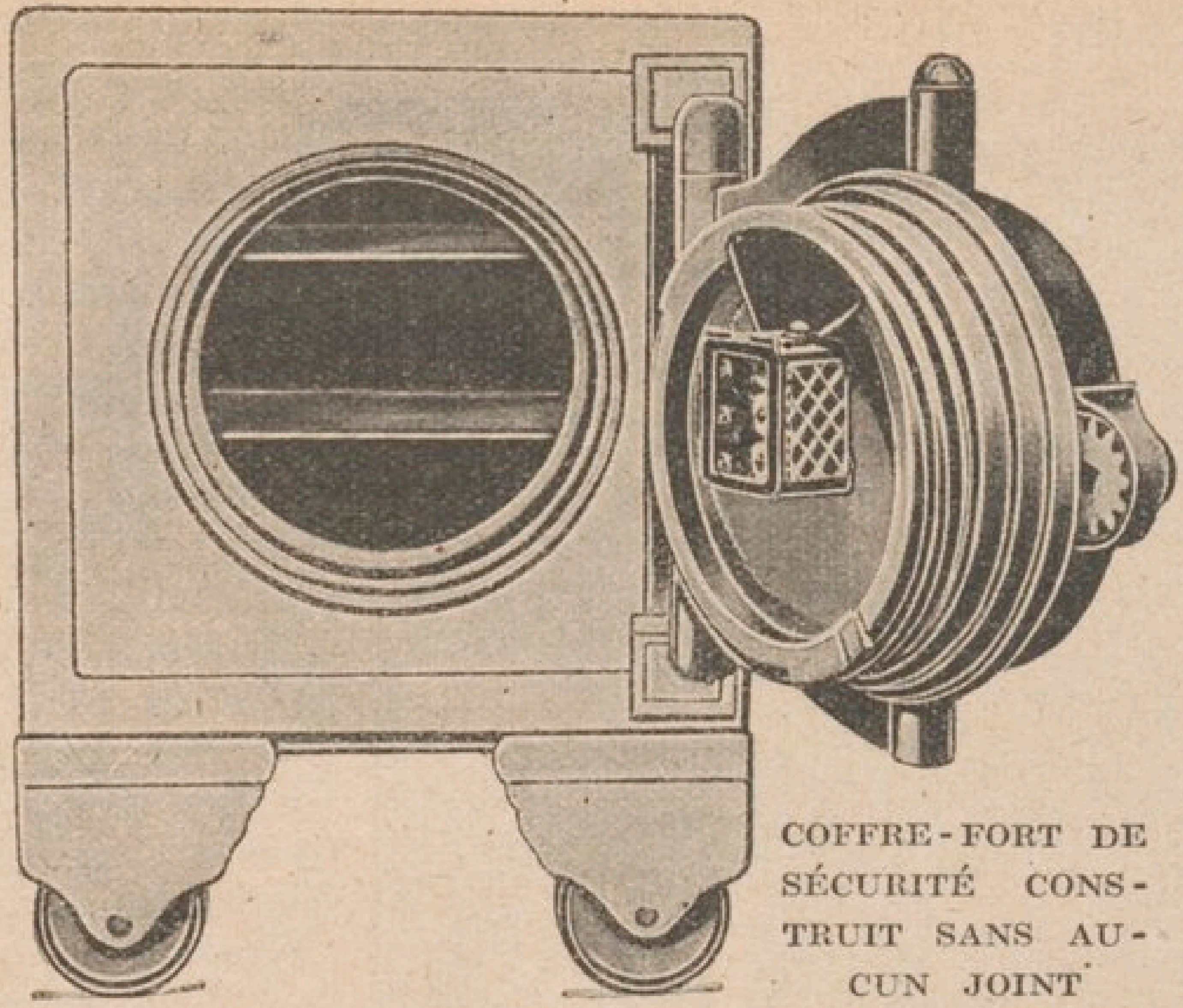
L'acier trempé a d'abord été remplacé par l'acier cémenté. Les



COFFRE-FORT APRÈS LA VISITE DES CAMBRIOLEURS

Les pênes, encore fermés, n'ont pu protéger la porte, qui a cédé par arrachement et sous l'action des leviers.

plaques s'obtiennent en chauffant au rouge vif et en vase clos des plaques de fer noyées dans un matelas de noir animal. Le carbone qui se dégage sous l'action de la chaleur se combine avec le fer et produit sur les deux faces de la plaque une couche d'acier au carbone susceptible de prendre la trempe. L'épaisseur de cette couche peut atteindre, suivant la durée de l'opération, de deux millimètres à deux millimètres et demi. Lorsque la plaque, chauffée au rouge, est projetée dans l'eau froide les deux couches superficielles d'acier ainsi formées se trempent et deviennent inattaquables à l'outil tandis que la partie centrale, restant à l'état de fer, conserve à la plaque entière son élasticité primitive et lui permet de résister remarquablement aux chocs répétés du marteau.



COFFRE-FORT DE SÉCURITÉ CONSTRUIT SANS AUCUN JOINT

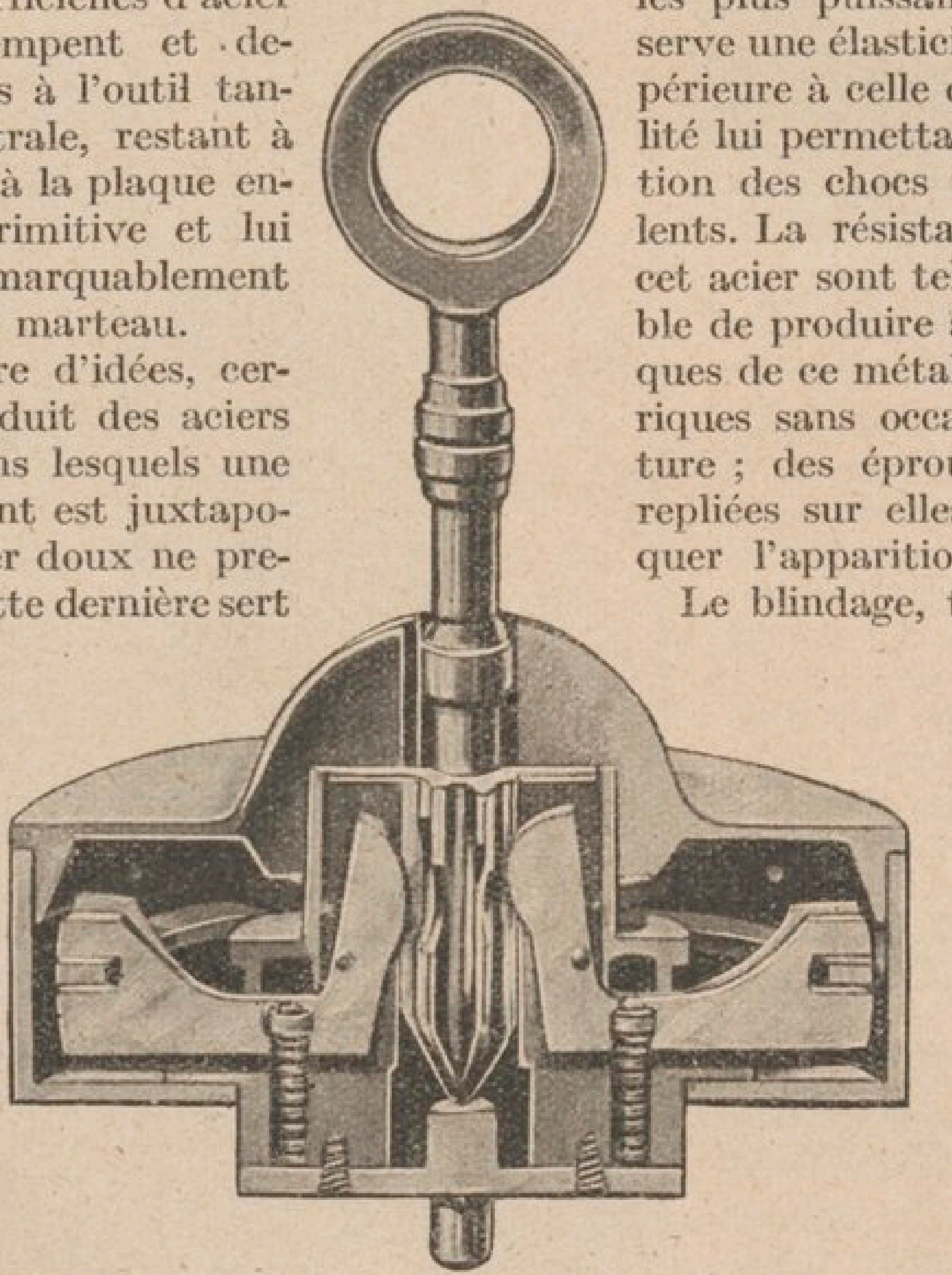
L'enveloppe extérieure est faite d'une seule pièce, ce qui le met à l'abri de toutes les tentatives d'effraction.

Dans le même ordre d'idées, certaines forges ont produit des aciers dits « compound » dans lesquels une couche d'acier trempant est juxtaposée à une couche d'acier doux ne prenant pas la trempe; cette dernière sert de support élastique à la couche dure supérieure et joue le rôle du noyau de fer de l'acier cémenté.

Cependant, les blindages, cémentés ou compound, qui entrent dans la fabrication de la plupart des coffres-forts modernes, ne répondent pas à la troisième des qualités que nous devons exiger d'un blindage, c'est-à-dire à la conservation de la trempe après chauffage au rouge. Le cambrioleur pourvu d'une lampe à souder portant au rouge la partie du coffre qu'il veut attaquer, la laissera refroidir lentement pour l'attaquer ensuite avec succès à l'outil. Il fallait trouver mieux.

La solution est due à une grande fabrique française de coffres-forts — la première — qui est parvenue à produire un acier spécial possédant toutes les qualités requises. Cet acier n'étant pas trempé, résiste, par conséquent, à l'action du recuit et, en même temps, à celle des outils les plus puissants ; de plus, il conserve une élasticité égale et même supérieure à celle de l'acier doux, qualité lui permettant de résister à l'action des chocs répétés les plus violents. La résistance et l'élasticité de cet acier sont telles qu'il a été possible de produire à froid, dans des plaques de ce métal, des emboutis sphériques sans occasionner aucune rupture ; des éprouvettes ont pu être repliées sur elles-mêmes sans provoquer l'apparition d'aucune fissure.

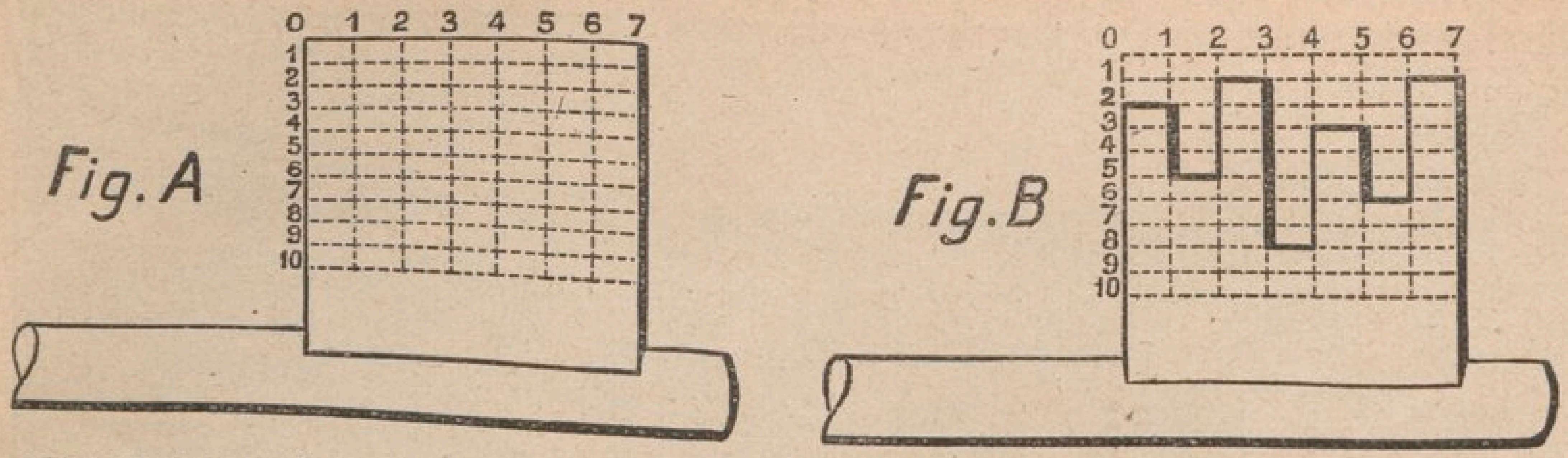
Le blindage, tel que nous l'avons défini, constitue donc une protection absolument efficace contre les outils perforants, même servis par le chalumeau. Mais d'autres moyens sont à la disposition des cambrioleurs.



VUE EN COUPE D'UNE SERRURE DE COFFRE-FORT

Une bonne serrure doit être incrochetable ; l'explosion d'une cartouche de dynamite dans le passage de la clef doit la bloquer automatiquement.

Le coffre-fort moderne est formé de deux enveloppes d'acier, d'une seule pièce, coudées aux quatre angles et laissant entre elles un espace libre dans le-



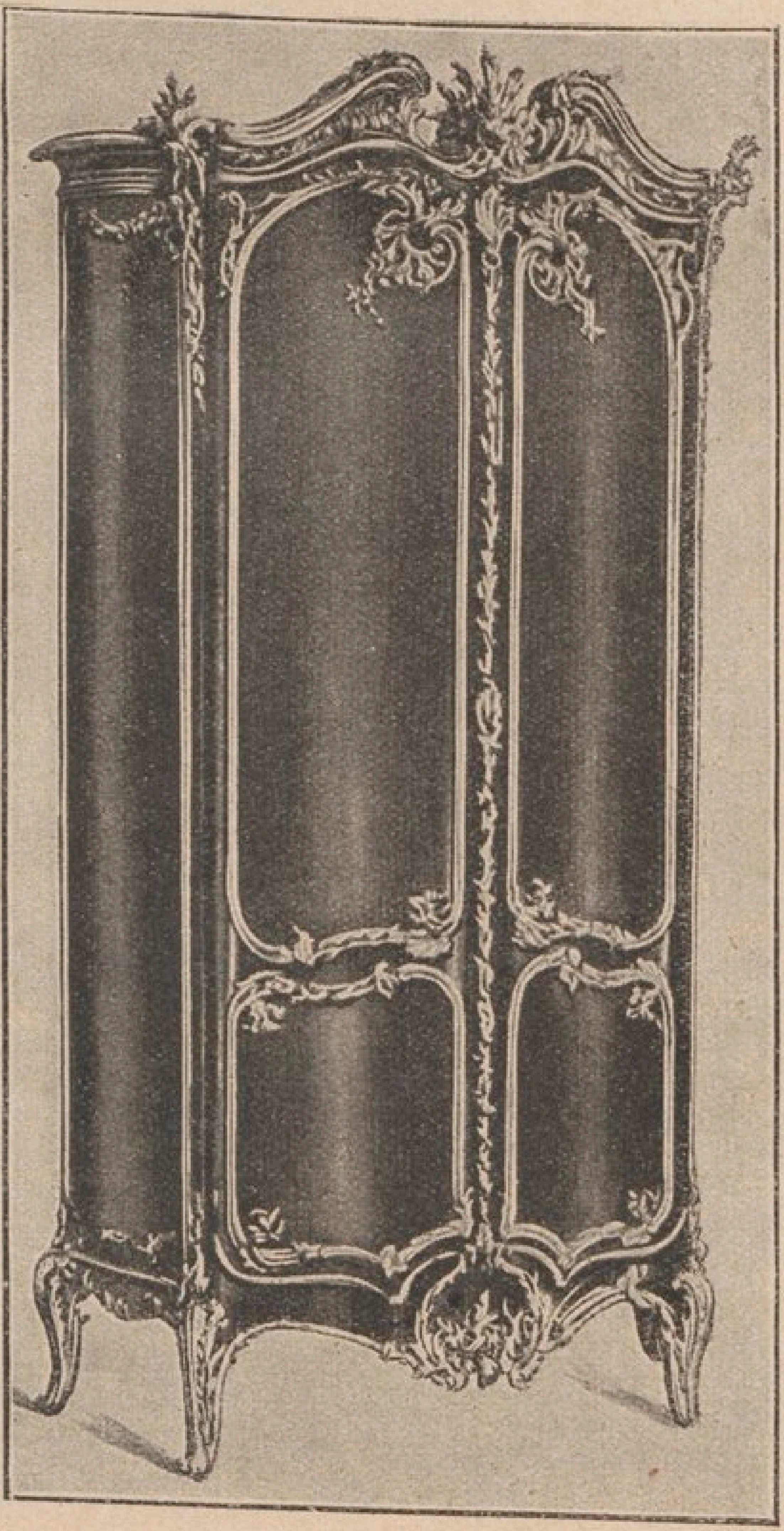
COMMENT ON RÉALISE LA FABRICATION D'UN MÊME TYPE DE CLEFS DE COFFRES-FORTS

Le panneton est divisé en sept parties verticales et dix parties horizontales numérotées (fig. A). Si l'on choisit pour numéro de clef le nombre 2.518.361, on obtient une clef dont le profil sera celui de la figure B.

quel est enfermée une matière réfractaire le rendant insensible aux plus violents incendies. Dans ce même espace sont disposés les blindages qui protègent l'enveloppe intérieure et les œuvres vives de la serrure contre les outils de perforation où contre le chalumeau.

Le châssis assemblant les enveloppes, et la porte elle-même sont formés de fers et d'aciers profilés spécialement composant un ensemble rigide et absolument indéformable. De plus, par le croisement des feuillures, la porte, une fois fermée et condamnée par la serrure, fait corps avec la caisse et tout effort tendant à écarter les montants du coffre ne réussit qu'à appliquer plus fortement encore la porte dans son châssis.

Toutefois, il est utile de remarquer que la résistance des feuillures ne sera efficace que si elles sont laminées d'un seul morceau et non composées de fers juxtaposés présentant entre eux plus ou moins de rigidité.

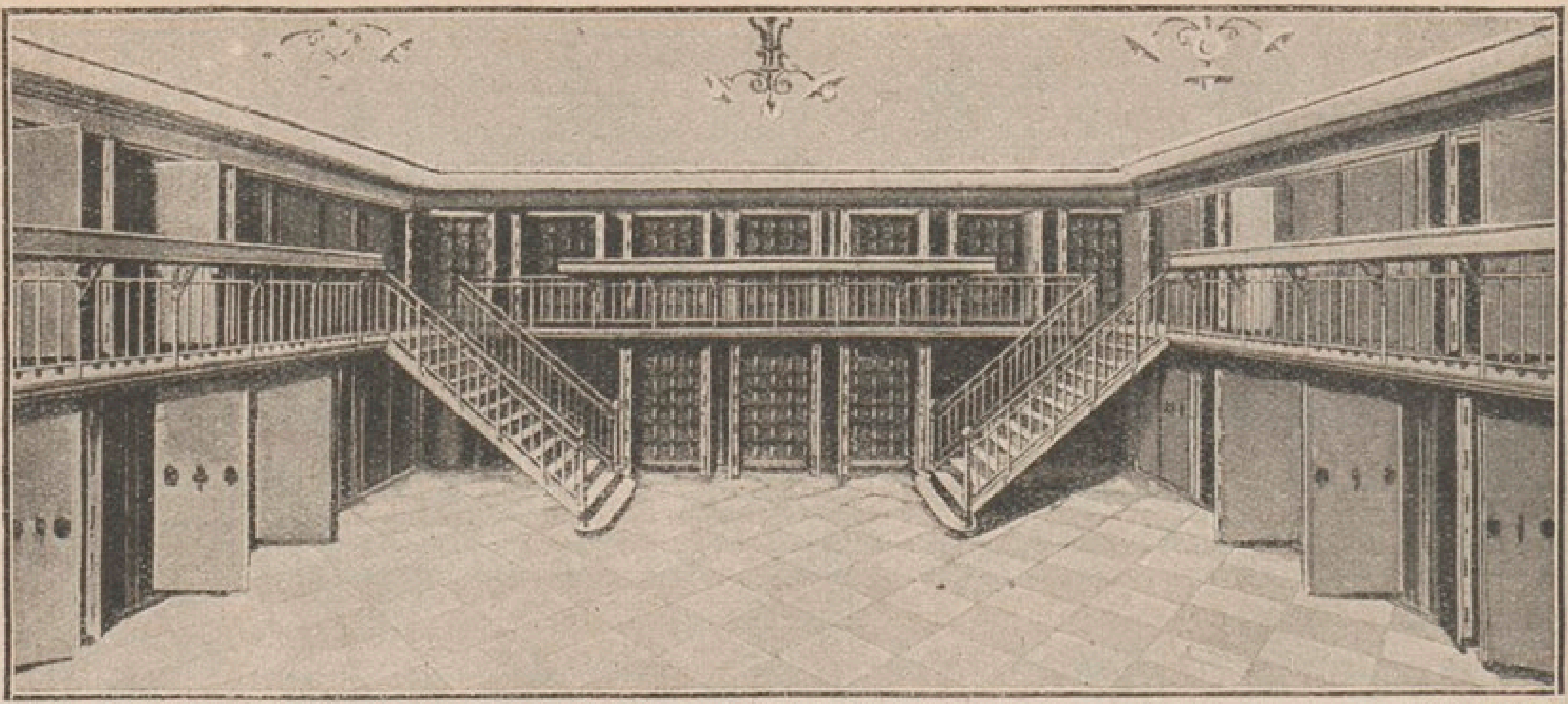


CE JOLI MEUBLE LOUIS XV EST UN SOLIDE COFFRE-FORT MUNI D'UNE SERRURE INVIOLABLE

Or, le laminage de profils spéciaux, comme ceux des châssis de portes, exige un très puissant outillage que seules peuvent posséder les maisons de premier ordre.

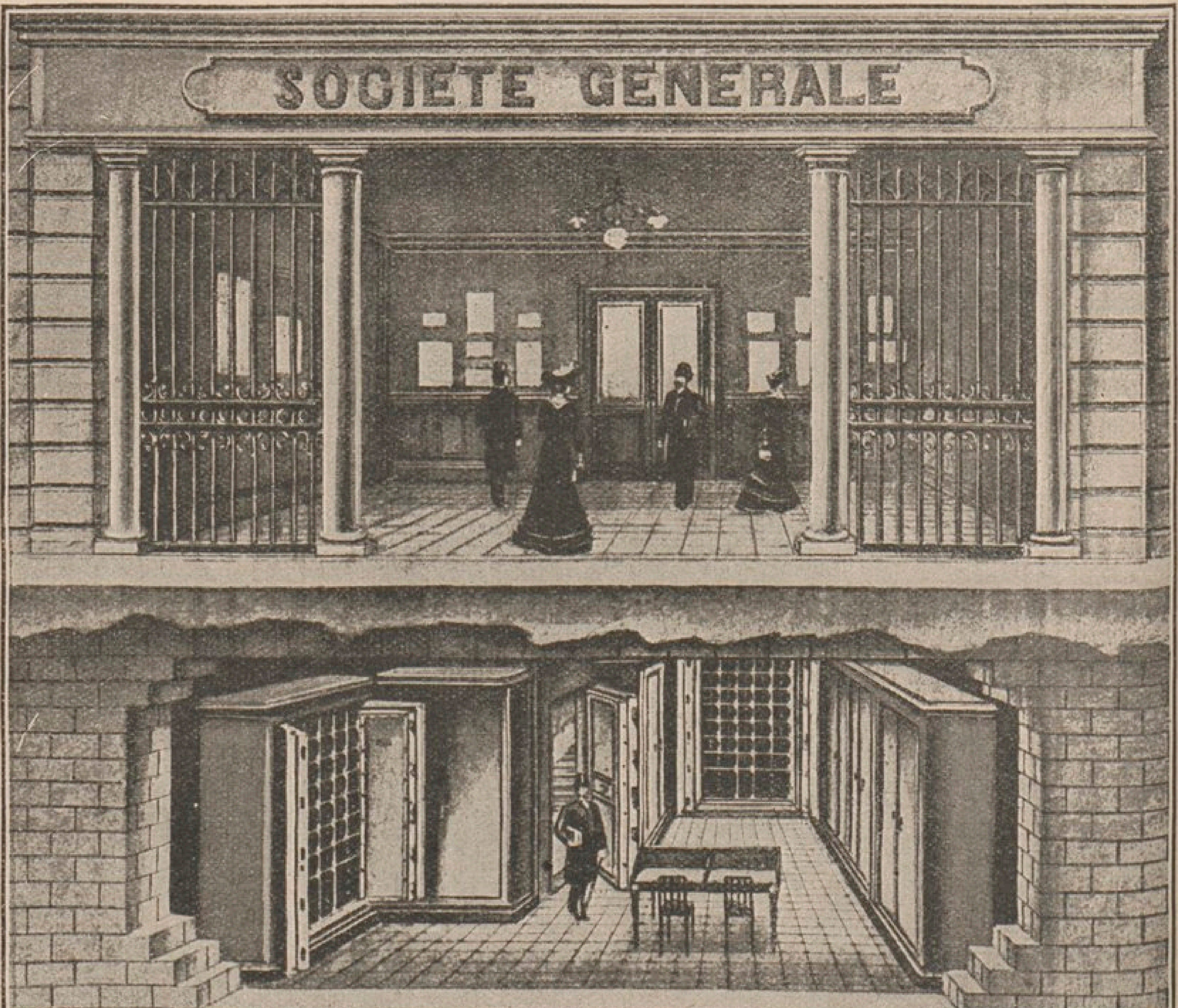
Quant à l'arrachage des portes, qui peut, en certains cas, être effectué à l'aide d'une vis de traction agissant dans un trou taraudé, il est combattu en assurant la parfaite solidité des assemblages par des rivures excessivement rapprochées et dont les rivets sont écrasés par de puissants marteaux pneumatiques ; d'autre part, on multiplie le nombre et le diamètre des vis de fixation de la serrure et le nombre de pênes de celle-ci.

Contre la température du « Thermit », de l'arc électrique, du chalumeau oxyacétylénique, qui atteint 3.000 degrés alors que l'acier fond à 1.800 degrés, le constructeur a imaginé des produits dits *antichalumeau*, les uns métalliques, les autres composés d'agglomérés qui s'opposent à l'action des



VUE D'UNE CHAMBRE-FORTE SOUTERRAINE AVEC GALERIE

On évite ainsi, dans les caveaux atteignant une certaine hauteur, l'emploi des escabeaux mobiles pour lesquels le public montre une répugnance bien justifiée.



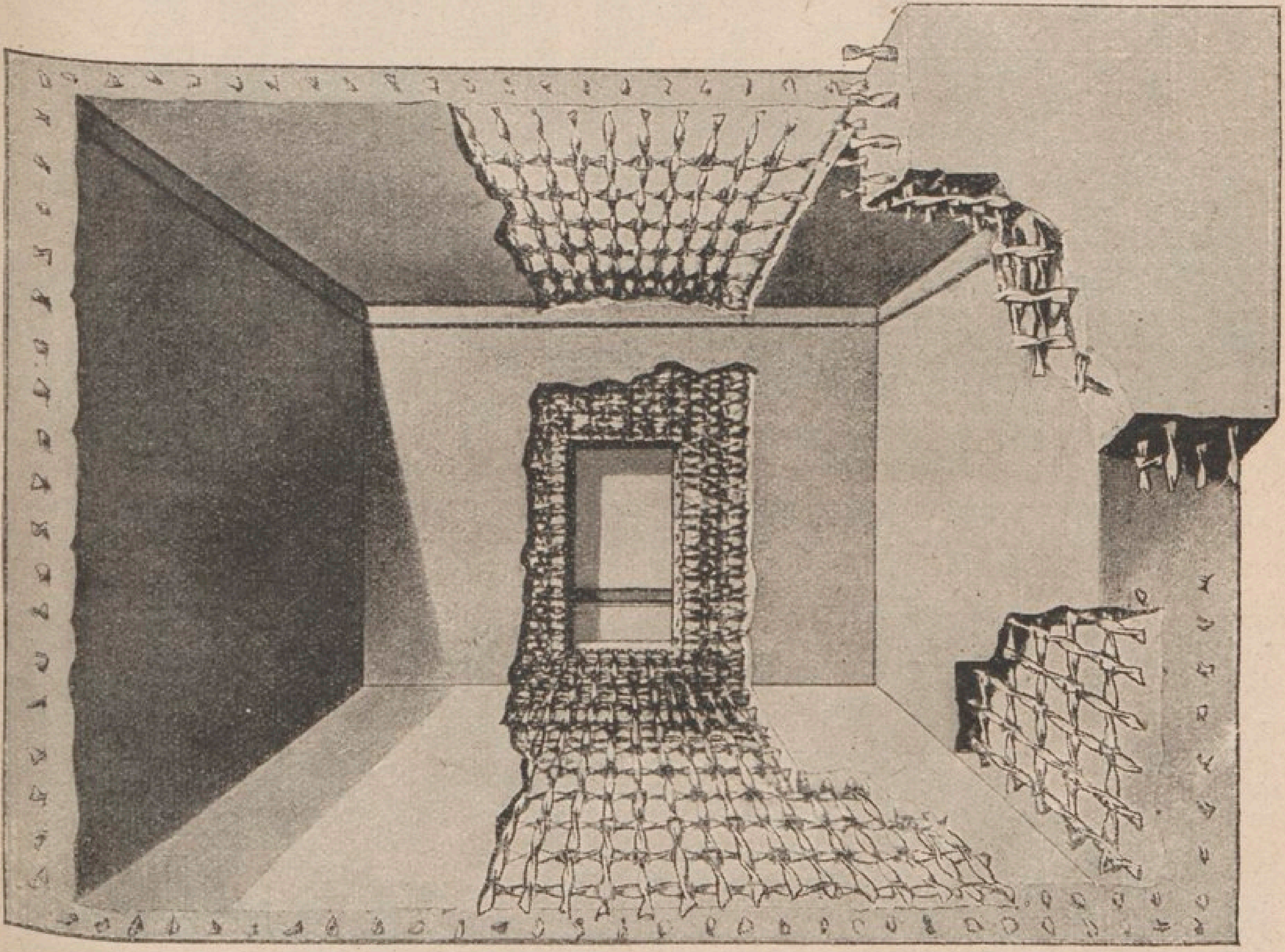
UNE PETITE INSTALLATION EN SOUS-SOL DE COFFRES-FORTS A COMPARTIMENTS

La protection de la chambre souterraine est assurée par des murailles bétonnées extrêmement épaisses.

températures élevées et résistent en même temps à l'attaque par les moyens mécaniques; le cambrioleur ne peut donc songer à pratiquer alternativement l'un et l'autre procédés. Ces matériaux sont, malheureusement, d'un prix très élevé, mais il y a lieu de rappeler que l'achat d'un coffre-fort n'est autre chose qu'une assurance contractée contre le vol et que plus considérable est le risque couvert, plus importante doit être la prime.

un crochetage sans s'occuper des combinaisons ou, enfin, s'escrimer avec les combinaisons pour faciliter le crochetage.

Contre le premier procédé, une grande maison française a trouvé de multiples défenses. C'est d'abord, sous la pression d'un outil introduit dans l'entrée de la serrure, le déclanchement d'une pièce qui vient condamner définitivement tout le mécanisme de cette serrure, même pour la clef; ce sont ensuite



DESSIN MONTRANT LA CONSTRUCTION DE L'ENVELOPPE D'UNE CHAMBRE-FORTE

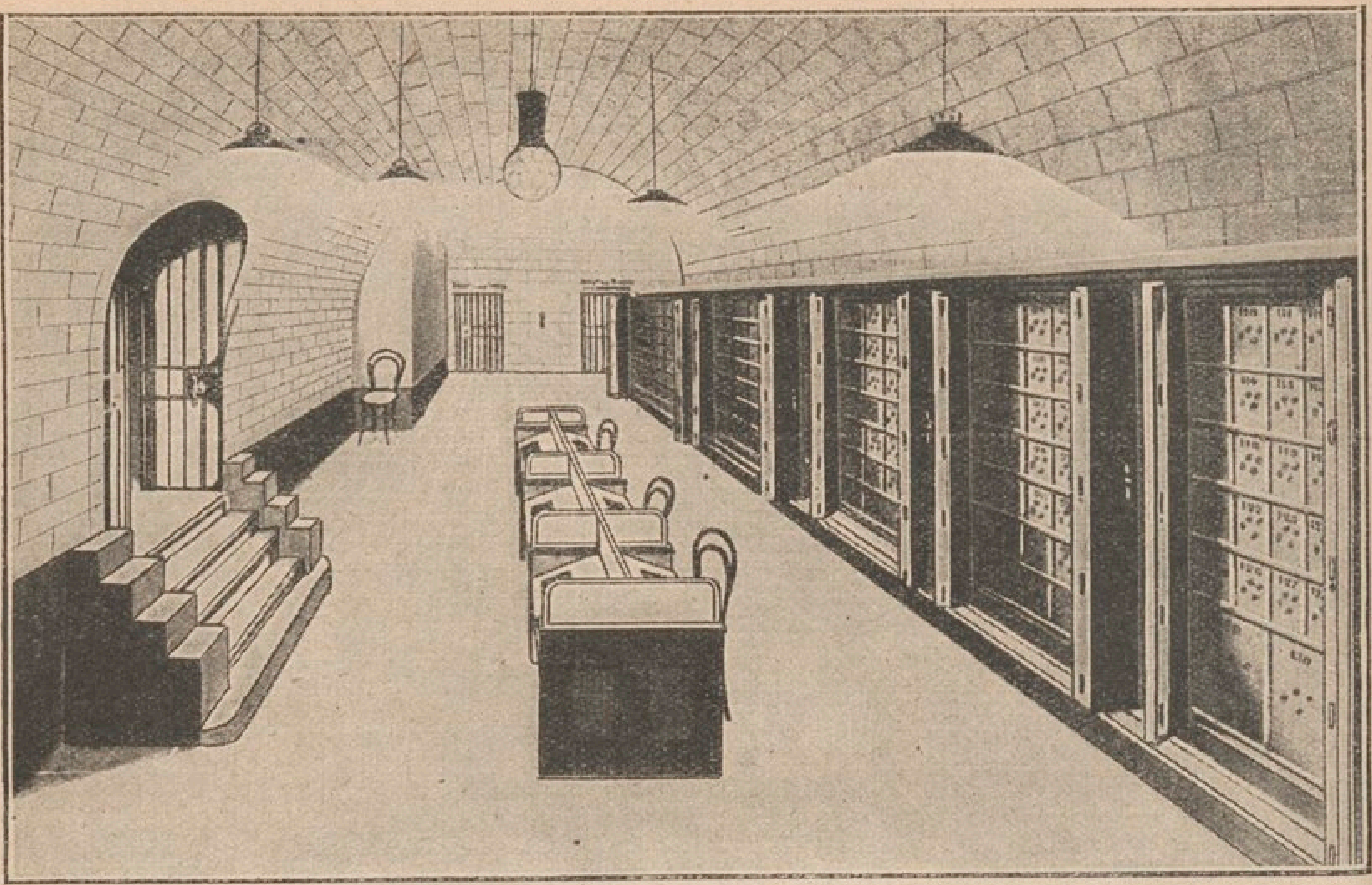
Les murailles sont souvent faites en ciment très fortement armé par la multiplication des armatures métalliques noyées dans la masse. Une telle défense résiste, non seulement aux plus hautes températures que peut donner un incendie mais aussi aux attaques des outils les plus puissants.

L'attaque par les acides est une action lente qui ne serait praticable que dans les cas exceptionnels. Cependant, le produit « antichalumeau » résiste à cette action. L'emploi de la dynamite pour faire sauter les serrures a également fait son temps, puisque l'on a obtenu la condamnation définitive de la porte du coffre par l'éclatement même de la cartouche dans la serrure.

La serrure peut être attaquée de trois manières différentes. Le malfaiteur cherche à détruire le mécanisme soit par l'entrée même de serrure, soit en perçant des trous en face des organes principaux; il peut aussi tenter

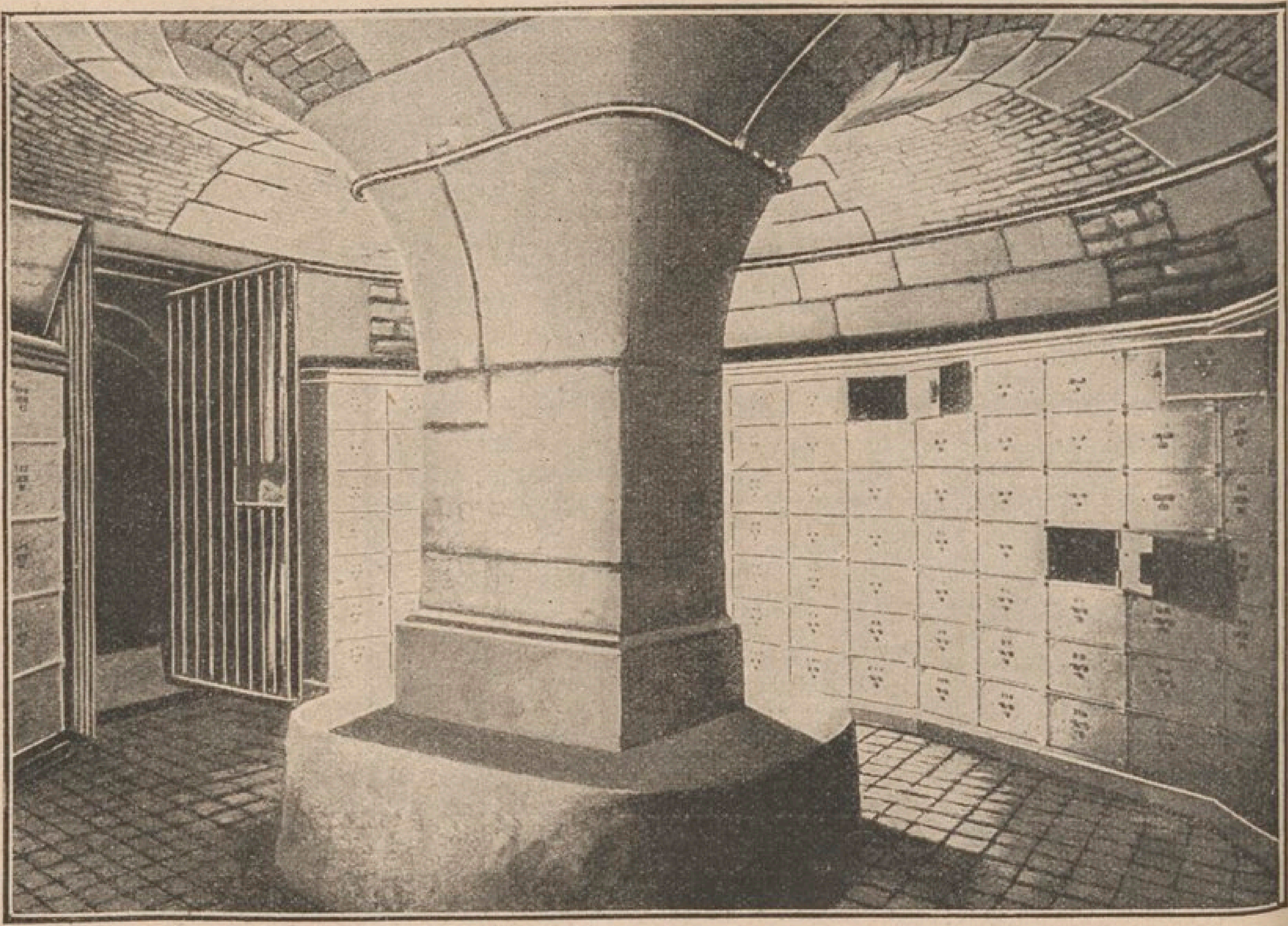
les blindages spéciaux, qui interdisent le perçage de trous en dehors de l'entrée ; c'est, enfin, la multiplication des points dits de sûreté de la serrure qui nécessiterait, pour réussir une effraction, le perçage d'autant d'ouvertures qu'il y a de ces points.

Contre le crochetage pur et simple et contre le « tâtage », on se défend d'abord par le fini de l'ajustage des pièces de condamnation, ensuite par l'interposition de pièces intermédiaires entre l'outil de crochetage et les pièces de sûreté afin d'enlever au malfaiteur habile la sensation du toucher direct qui le guide dans sa besogne criminelle.



CERTAINES CHAMBRES-FORTES DONNENT L'IMPRESSION D'UNE GARE DU MÉTROPOLITAIN

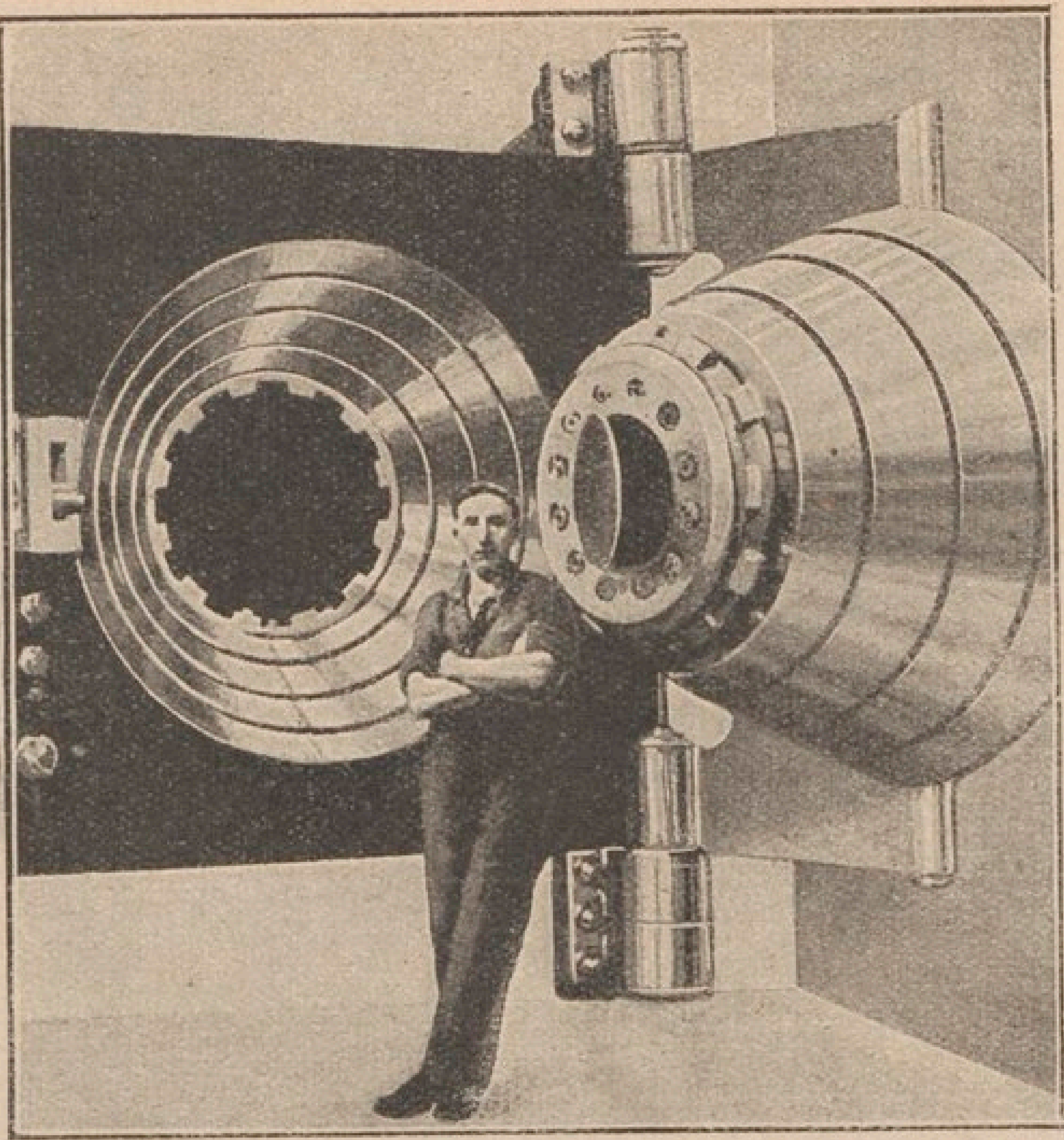
La voûte est elliptique et de solides coffres-forts à compartiments tapissent les pieds-droits.



CETTE AUTRE CHAMBRE-FORTE RAPPELLE VAGUEMENT L'ENTRÉE DE LA CONCIERGERIE

Ici, point de coffres-forts collectifs, tout bardés d'acier, mais seulement des coffres-forts individuels.

Nous avons pu comparer un coffre-fort à une petite forteresse privée, mettant à l'abri des voleurs la fortune de chacun. Les grands établissements financiers, qui conservent en dépôt des sommes ou des valeurs représentant parfois plusieurs milliards, ont dû pousser à l'extrême les mesures de sécurité dont ils doivent entourer leurs établissements. On a tout prévu, depuis les attaques par galeries souterraines jusqu'à celles à main armée, en cas d'émeute,

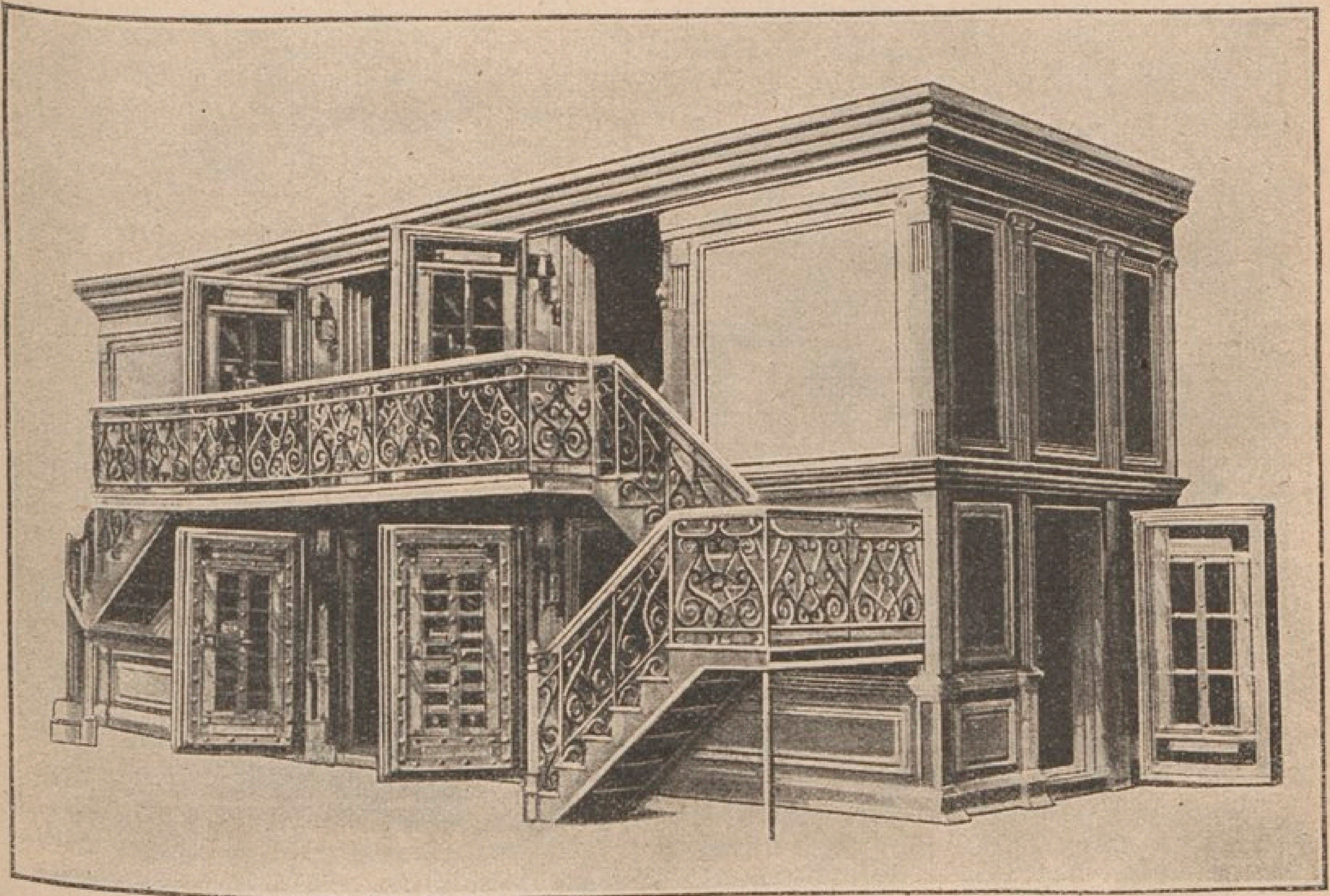


TROU D'HOMME DANS UNE CHAMBRE-FORTE

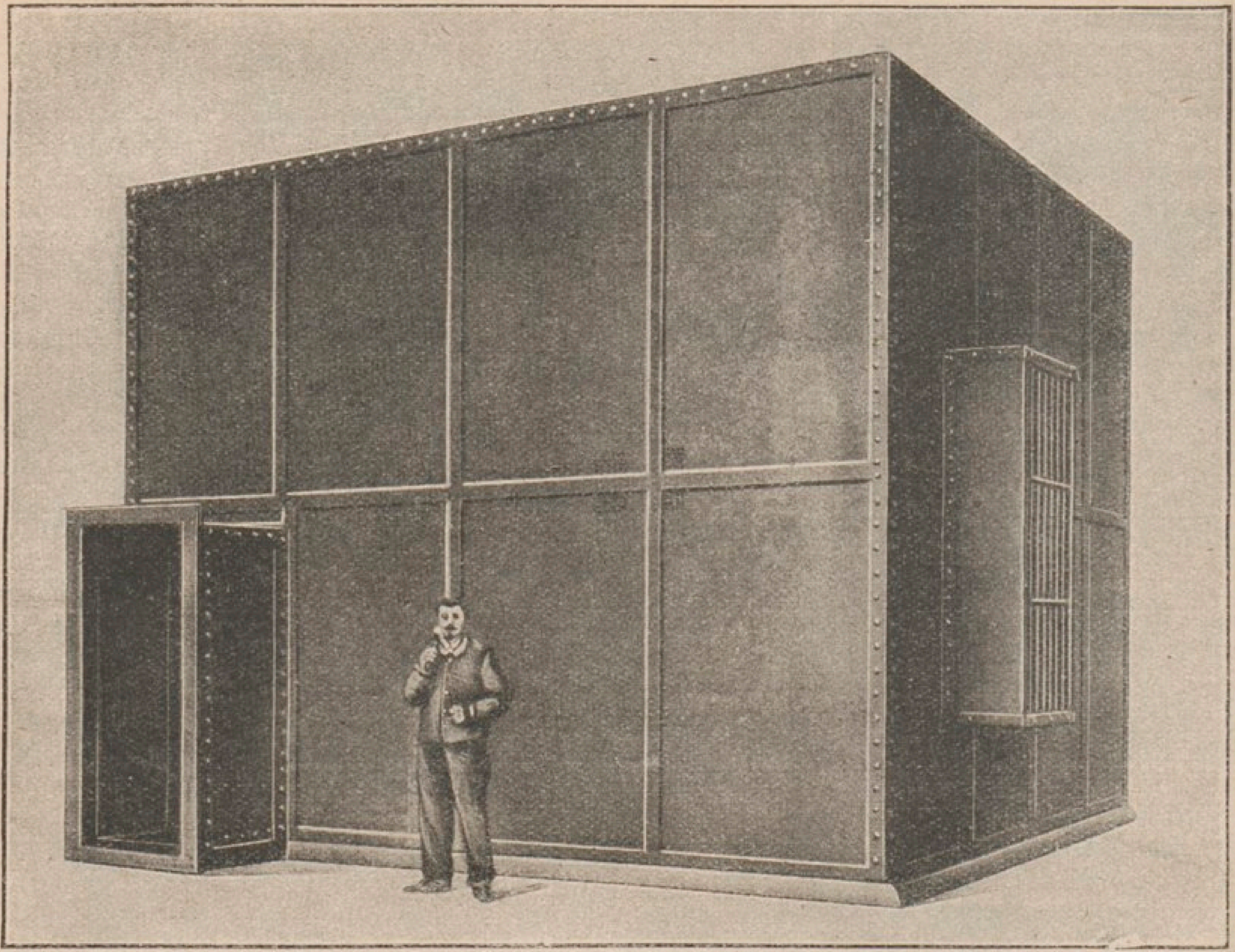
Si, pour une cause quelconque, la porte principale ne fonctionne pas, on peut pénétrer dans le caveau des coffres-forts par cette petite ouverture, dite de secours.

par exemple. Ces installations, qui sont toujours souterraines, abritent trois services : celui des coffres-forts à location, constitués par de grands coffres à compartiments loués au public, qui peut y déposer tout ce qui lui plaît ; le service de la conservation des titres appartenant en propre à la banque ou mis en dépôt par des particuliers ; et, enfin, les billets et espèces.

Selon l'importance de l'établissement, ces services sont groupés soit dans une cham-



CETTE ÉLÉGANTE CONSTRUCTION N'EST AUTRE QU'UN VASTE ET SOLIDE COFFRE-FORT



VUE EXTÉRIEURE D'UNE CHAMBRE-FORTE DESTINÉE A UN CAVEAU QUI SERA LUI-MÊME DÉFENDU PAR D'ÉPAISSES MURAILLES CONTRE LE FEU ET LES ATTAQUES

Les plaques de blindage s'appliquent contre les murs; elles sont réunies entre elles par un système de couvre-joints qui ne laissent aucune prise aux outils extérieurs.

bre-forte divisée en autant de compartiments distincts, soit dans des chambres entièrement indépendantes les unes des autres.

La défense d'une chambre-forte, dans une banque, accumule toutes les ressources modernes. Ce sont d'abord d'épaisses murailles en béton armé, en meulière ou même en granit, renforcées intérieurement par des blindages en acier cémenté. Parfois, ces blindages sont séparés de la muraille extérieure ; on réalise ainsi un chemin de ronde sans cesse parcouru par des gardiens et par une équipe de pompiers pour s'assurer qu'aucune tentative de percement ne se pratique et qu'aucun incendie ne couve à proximité.

Le chemin de ronde est lui-même fermé par des grilles aux angles, de sorte que des cambrioleurs étant parvenus à percer le mur de béton sans attirer l'attention, se trouveraient emprisonnés dans des compartiments métalliques sous la surveillance de gardiens abrités contre leurs coups par les grilles d'angles. Il ne leur resterait d'autre ressource que de tenter de s'enfuir par le passage qu'ils auraient pratiqué dans le mur ou de se laisser prendre. Un jeu de glaces, disposé, lui aussi, aux angles, permet à chaque gardien de voir distinctement le chemin de ronde avant d'y pénétrer et de s'assurer s'il ne s'y trouve personne.

La banque d'Angleterre, à Londres, est, à ce point de vue, l'un des établissements financiers les plus formidablement défendus. La cave descend jusqu'à dix-huit mètres de profondeur dans le sol, au-dessous du rez-de-chaussée. La première protection est constituée par un mur de granit de six mètres d'épaisseur, qui défie sans aucun doute les plus puissantes attaques. Il faudrait un canon de gros calibre pour en venir à bout ! Cette enveloppe supporte, sur des piliers, la chambre-forte, blindée en acier, dont elle est séparée par un espace d'un mètre quatre-vingts d'épaisseur. Cet espace est protégé non par des gardiens, mais par de l'eau qui le remplit complètement, de sorte que toute

attaque extérieure menée à bonne fin à travers le granit aurait pour résultat infaillible et immédiat de noyer le travailleur !

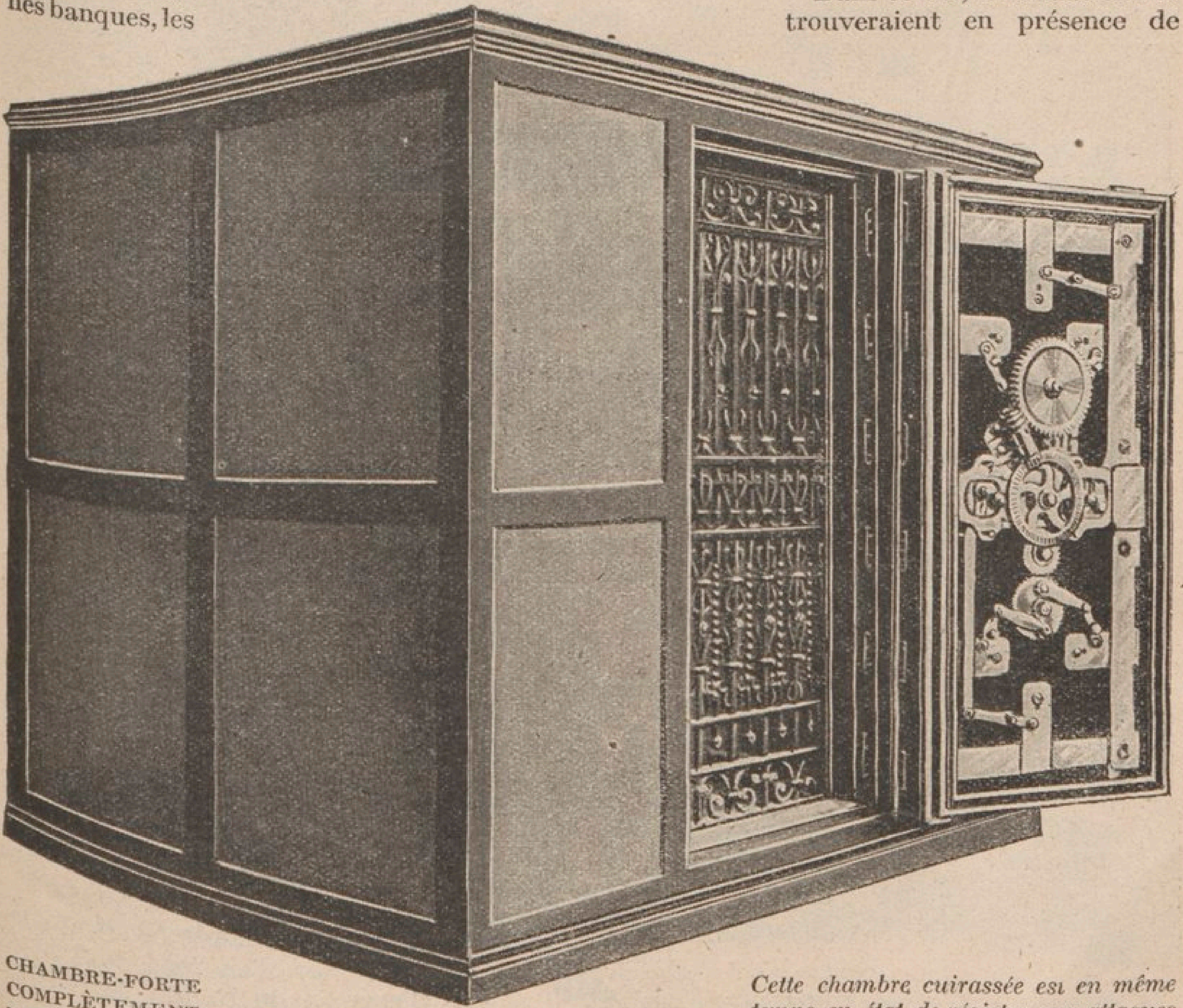
Le système de défense du Crédit Lyonnais, à Paris, ne le cède en rien comme valeur au précédent. Tout le monde connaît cet immense immeuble limité par le boulevard des Italiens, la rue du Quatre-Septembre et deux rues transversales. La chambre-forte s'étend sous l'immeuble tout entier et descend, elle aussi, jusqu'à dix-huit mètres de profondeur. Elle est divisée en trois étages dans chacun desquels sont rangés les coffres-forts, laqués de blanc et toujours inondés de lumière. Les murs, en meulière ou en béton, ont cinq mètres d'épaisseur et un fossé les sépare du blindage de la cave ; ce fossé est constamment parcouru par des équipes de gardiens, de solides gaillards, qui ont à leur disposition les moyens de défense et d'attaque les plus modernes, des signaux avertisseurs extrêmement bien agencés.

Dans certaines banques, les parois des chambres-fortes sont tapissées d'un rideau de fer-blanc relié à des sonneries par des fils électriques. Si une pression, même légère, est exercée contre ce rideau, les sonneries se mettent immédiatement en branle. Les portes des coffres-forts sont souvent, elles aussi, pourvues de contacts électriques avertissant par des sonneries prolongées que quelqu'un cherche à les ouvrir.

Une banque anglaise a eu l'idée ingénieuse d'installer une canalisation d'eau chaude se terminant de distance en distance par des robinets que des gardiens ouvriraient, en cas d'alerte, afin d'ébouillanter les assaillants !

Peut-être les cambrioleurs que tenteraient les énormes bénéfices d'une expédition contre un établissement financier, convaincus de l'inutilité de leurs efforts contre les murailles imperforables et les parois puissamment blindées, décideraient-ils de s'attaquer directement aux portes, c'est-à-dire de pénétrer dans les lieux par les voies normales ?

Dans ce cas, les audacieux se trouveraient en présence de



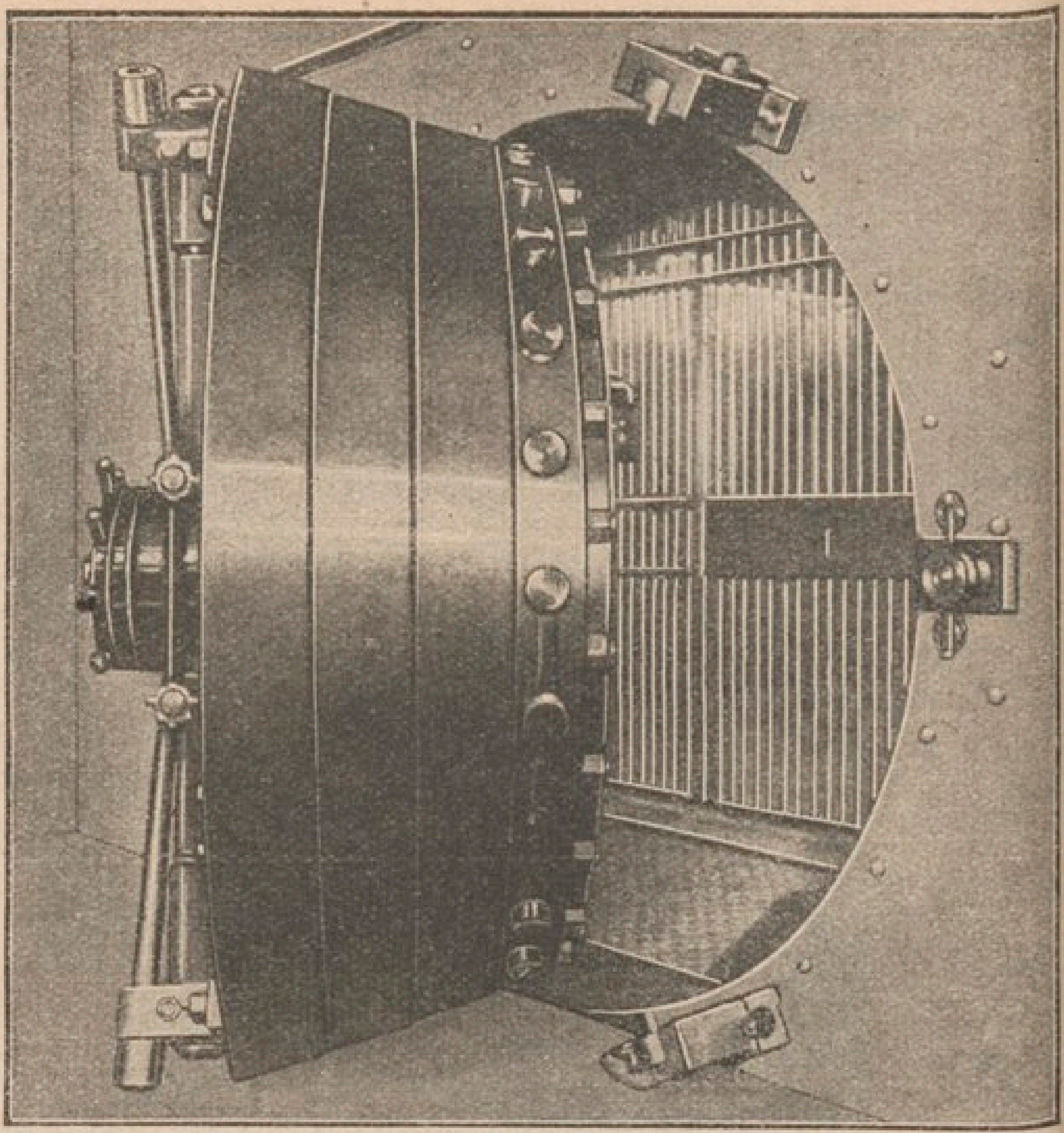
CHAMBRE-FORTE COMPLÈTEMENT INCOMBUSTIBLE DESTINÉE A ÊTRE INSTALLÉE DANS UN LOCAL QUI N'EST POINT TOUT A FAIT A L'ABRI DES DANGERS D'INCENDIE

Cette chambre cuirassée est en même temps en état de résister aux attaques venant de l'extérieur. La porte blindée, que l'on voit ici ouverte, montrant son mécanisme de fermeture, découvre une grille d'aération.

moyens de défense au moins aussi formidables que les premiers, et, de ce côté, les fabricants de coffres-forts ont su accumuler les difficultés, les précautions et les moyens de protection.

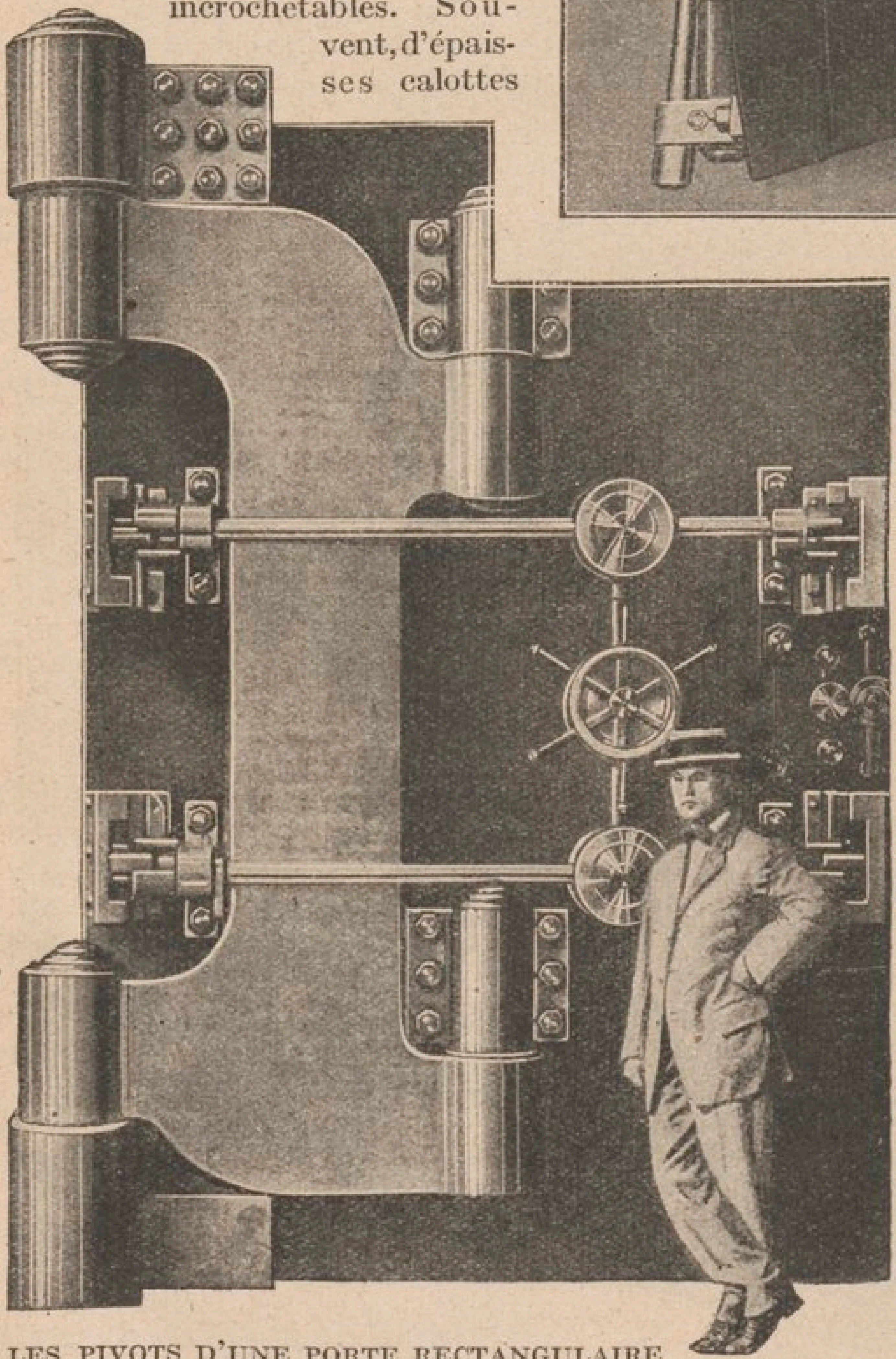
La porte d'un caveau blindé est une porte-forte, généralement rectangulaire, à un ou deux vantaux, quelquefois circulaire ; son poids varie avec les installations ; celle de la Banque d'Angleterre ne pèse pas moins de 40 tonnes.

Les serrures de ces portes sont de véritables monuments de mécanique de précision. Elles sont merveilleusement protégées par des organismes à secret qui les rendent complètement incrochetables. Souvent, d'épaisses calottes sphériques en acier trempé les recouvrent et il n'est jamais possible d'en prendre l'empreinte.



PORTE CIRCULAIRE TRONCONIQUE D'UN CAVEAU CUIRASSÉ

L'épaisseur de cette construction, les pênes qui en assurent la liaison avec les parois de la chambre rendent toute tentative d'effraction inutile.



LES PIVOTS D'UNE PORTE RECTANGULAIRE

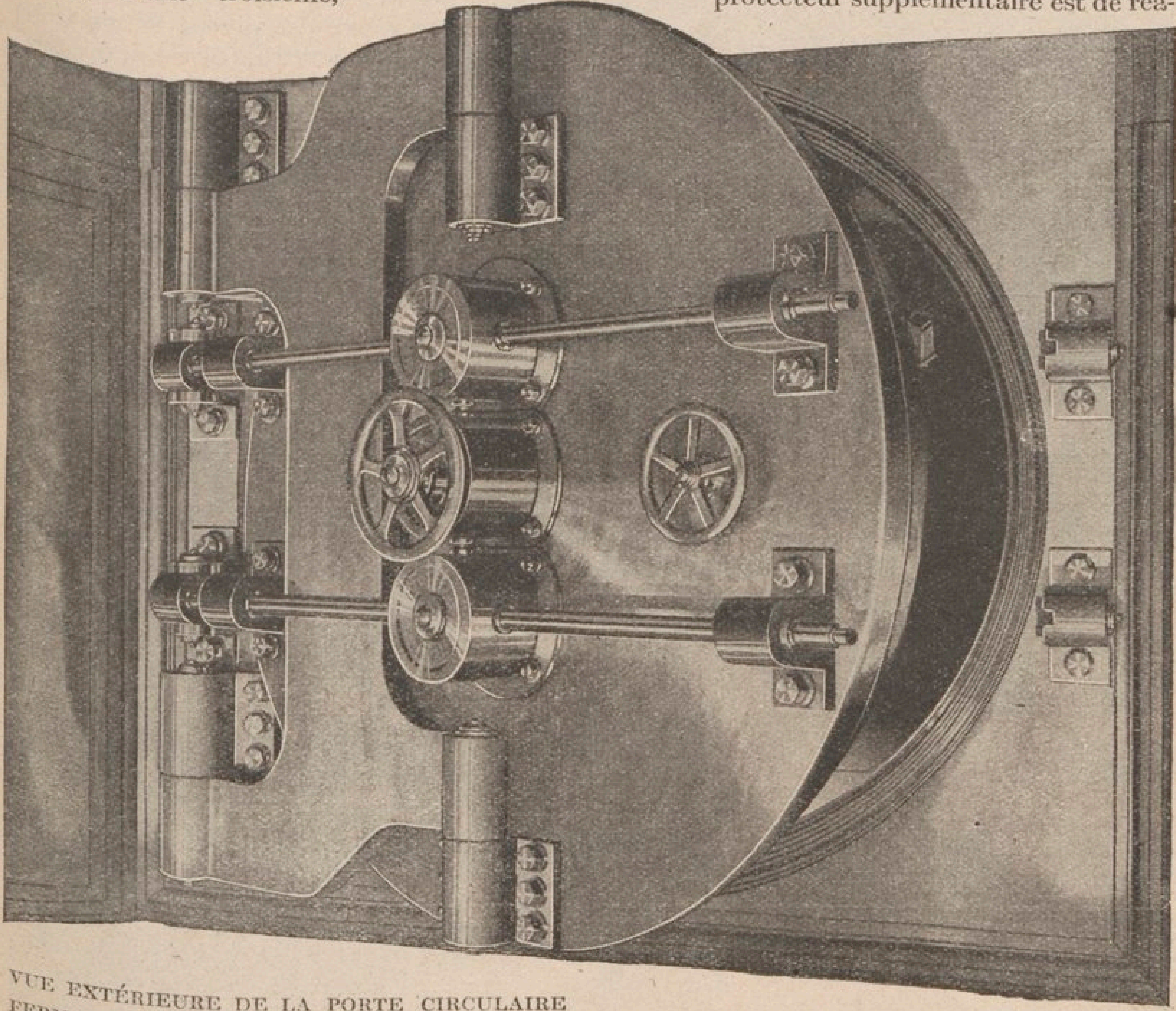
Cette porte est un monument métallurgique qui ne pèse pas moins de 40 tonnes. Un cambrioleur qui voudrait scier les pivots ne réussirait qu'à en assurer davantage la fermeture.

Les clefs sont préparées à l'avance et taillées d'après des tableaux soigneusement étudiés et donnant la certitude que deux clefs identiques ne sont pas produites par la machine à tailler, elle-même une merveille de précision. La serrure est faite d'après cette clef. Voici comment on peut obtenir ce résultat : Le panneton de la clef (*A*) est divisé en sept parties dans le sens vertical et en dix parties dans le sens horizontal. Chaque division correspond à une taille en largeur et en profondeur. Le nombre des combinaisons possibles est de l'ordre de cinq millions ; on s'en rend compte à l'examen de *B*, qui représente une clef taillée d'après le profil 2.518.361. (Fig. à la page 41.)

Pour ouvrir la porte, il est

donc absolument nécessaire de posséder la bonne clef. Mais un gardien peut la perdre, et, en supposant que celui qui l'a trouvée — ou qui l'aurait volée — sache à quelle porte elle s'adresse il lui serait cependant impossible de l'ouvrir, car plusieurs précautions ont été prises pour parer à cette éventualité. Les portes-fortes sont toujours pourvues d'une seconde serrure et parfois d'une troisième, facilement qu'une clef. Quant à trouver cette combinaison, on peut dire qu'un cambrioleur, même très adroit, n'aurait jamais le temps matériel d'en tenter la recherche, car, avec quatre boutons à vingt-cinq dents chacun, on peut obtenir 390.625 combinaisons !

Fréquemment, on ajoute encore un mouvement d'horlogerie — un chronographe — au mécanisme général. Le but de ce protecteur supplémentaire est de réa-



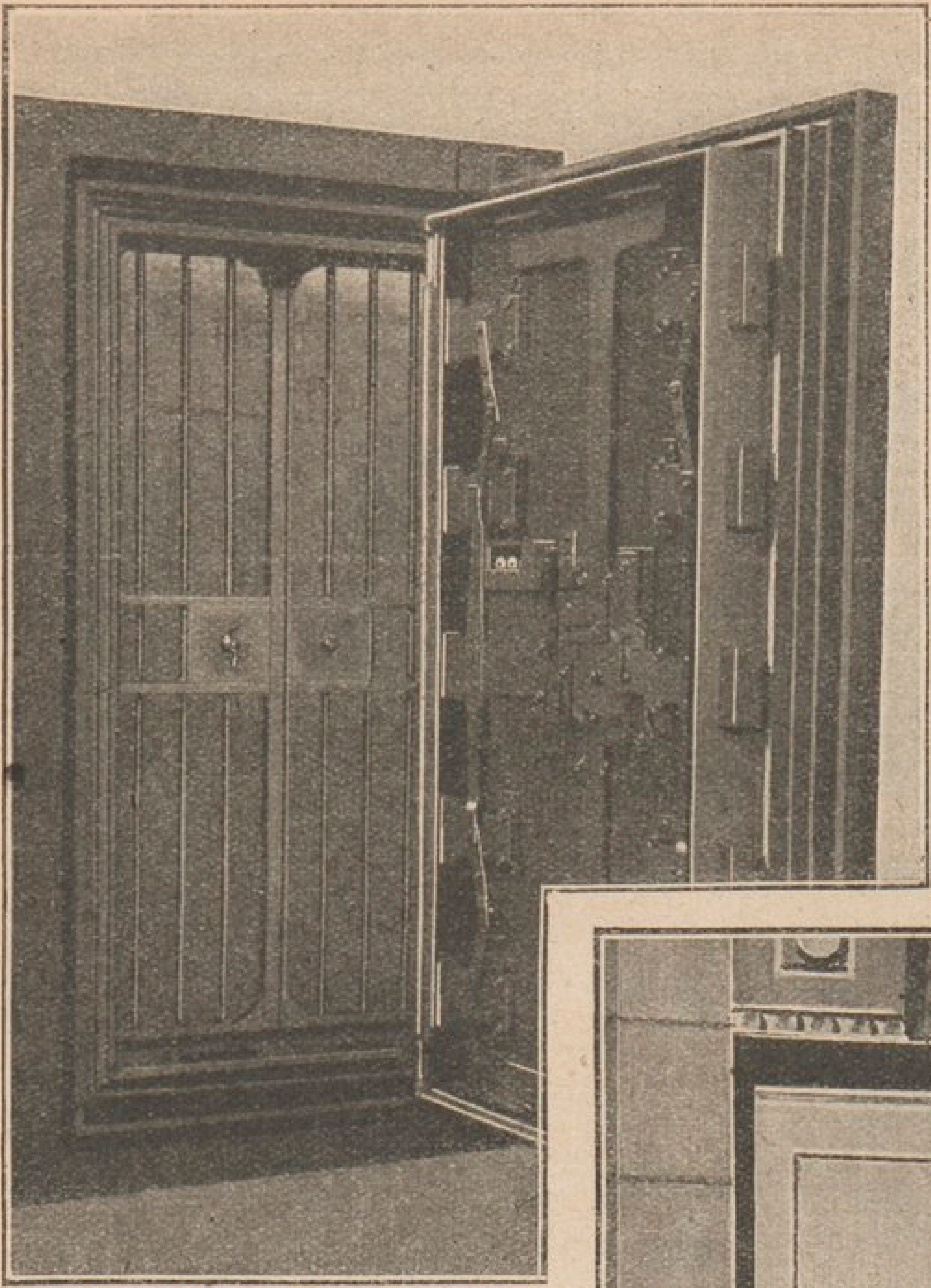
VUE EXTÉRIEURE DE LA PORTE CIRCULAIRE FERMANT LES CAVEAUX BLINDÉS DE CERTAINS GRANDS ÉTABLISSEMENTS FINANCIERS

Les pênes du pourtour et les deux barres transversales de sécurité sont actionnés par des volants.

dite serrure de contrôle, avec une clef différente de la première et que l'on confie à une autre personne. Le mouvement de la serrurerie est combiné de telle sorte que l'on ne peut ouvrir la porte avec la première clef si on n'a pas débloqué le mouvement de la serrure avec la deuxième. Enfin, on augmente encore la sécurité en munissant les portes de combinaisons secrètes.

En supposant qu'une personne mal intentionnée ait pu se procurer les deux clefs, il lui faudrait aussi connaître le secret de la combinaison, secret qui ne se vole pas aussi liser la condamnation absolue de la porte en dehors des heures réglementaires.

Les clefs doivent être très longues pour traverser toute la porte ; quelques-unes atteignent jusqu'à vingt-cinq centimètres. Dans ces conditions, on ne peut songer à actionner les nombreux pênes — quatorze et même plus — qui verrouillent une porte. Malgré la douceur de tous les mouvements, ces pênes représentent une masse telle qu'il serait impossible de les faire mouvoir en agissant seulement avec les doigts sur le petit anneau de la clef. Aussi, à l'extérieur



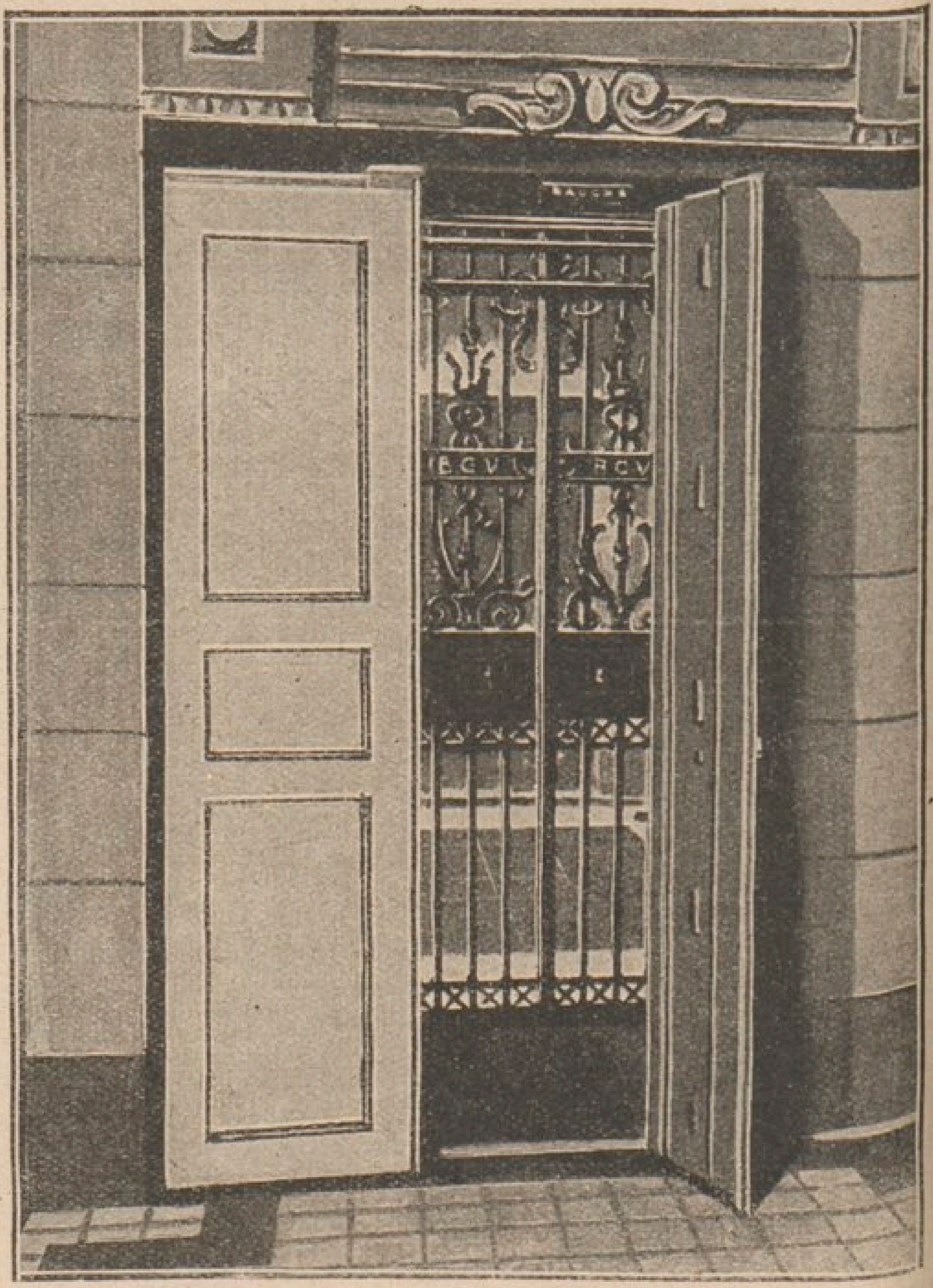
PORTE DE CHAMBRE-FORTE AVEC GRILLE EN FER FORGÉ

La porte blindée reste ouverte pendant le trafic des employés de la banque, afin d'assurer la ventilation de la chambre.

de la porte, a-t-on placé un volant ou une poignée dont l'arbre traverse toute l'épaisseur de la porte et assure la manœuvre des pênes. Ce volant demeure complètement bloqué tant que l'on n'a pas donné un tour de clef.

Voilà pour la serrure; mais la porte ne peut-elle être enfoncée ou perforée par des moyens violents. Ce que nous avons dit des coffres-forts ordinaires s'applique *a fortiori* aux portes des caveaux blindés. Mais ici, souvent, les pivots, de gros pivots, sont apparents. Ne pourrait-on les scier avec de très fines scies? Ce serait, en somme, relativement facile. En admettant qu'une telle opération pût être menée à bonne fin, le travailleur ne serait pas plus avancé après qu'avant : non seulement il aurait perdu son temps, mais il aurait encore considérablement augmenté les difficultés d'ouverture de la porte. Celle-ci, en effet, est toujours maintenue en arrière par des pênes et en avant par des feuillures ; après le sciage des pivots, il faut donc encore ouvrir les pênes. Mais alors, si les pênes venaient à céder sous une pression énergique et savante, le malfaiteur courrait le risque d'être purement et simplement écrasé par la porte se détachant brusquement et n'étant plus maintenue par ses énormes pivots.

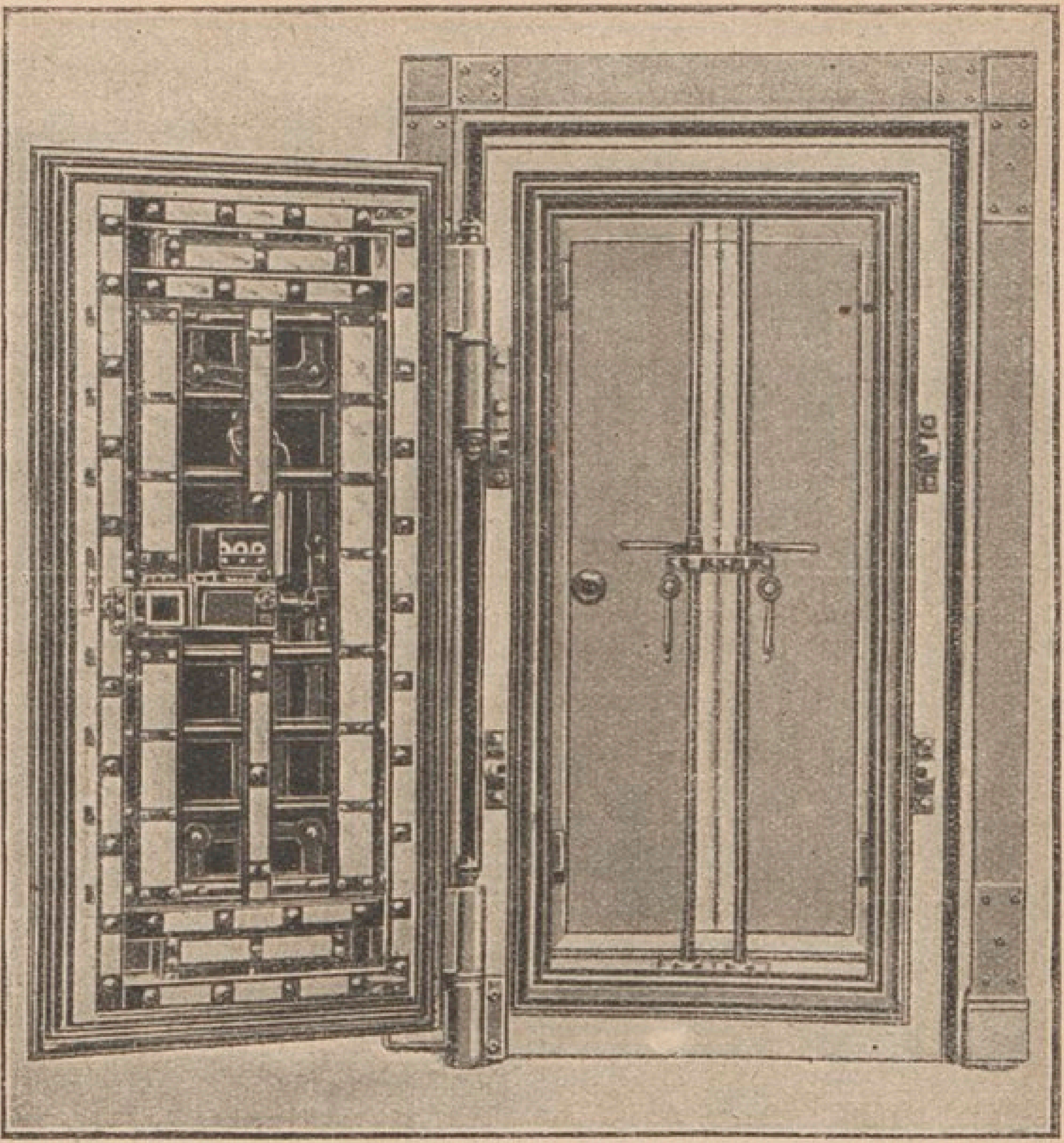
Quant à scier les pènes, il n'y faut pas songer, car l'introduction d'une lame de scie très fine entre



PORTE-FORTE A DEUX VANTAUX ET A TAMBOUR FERMÉ PAR UNE GRILLE ÉGALEMENT A DEUX VANTAUX

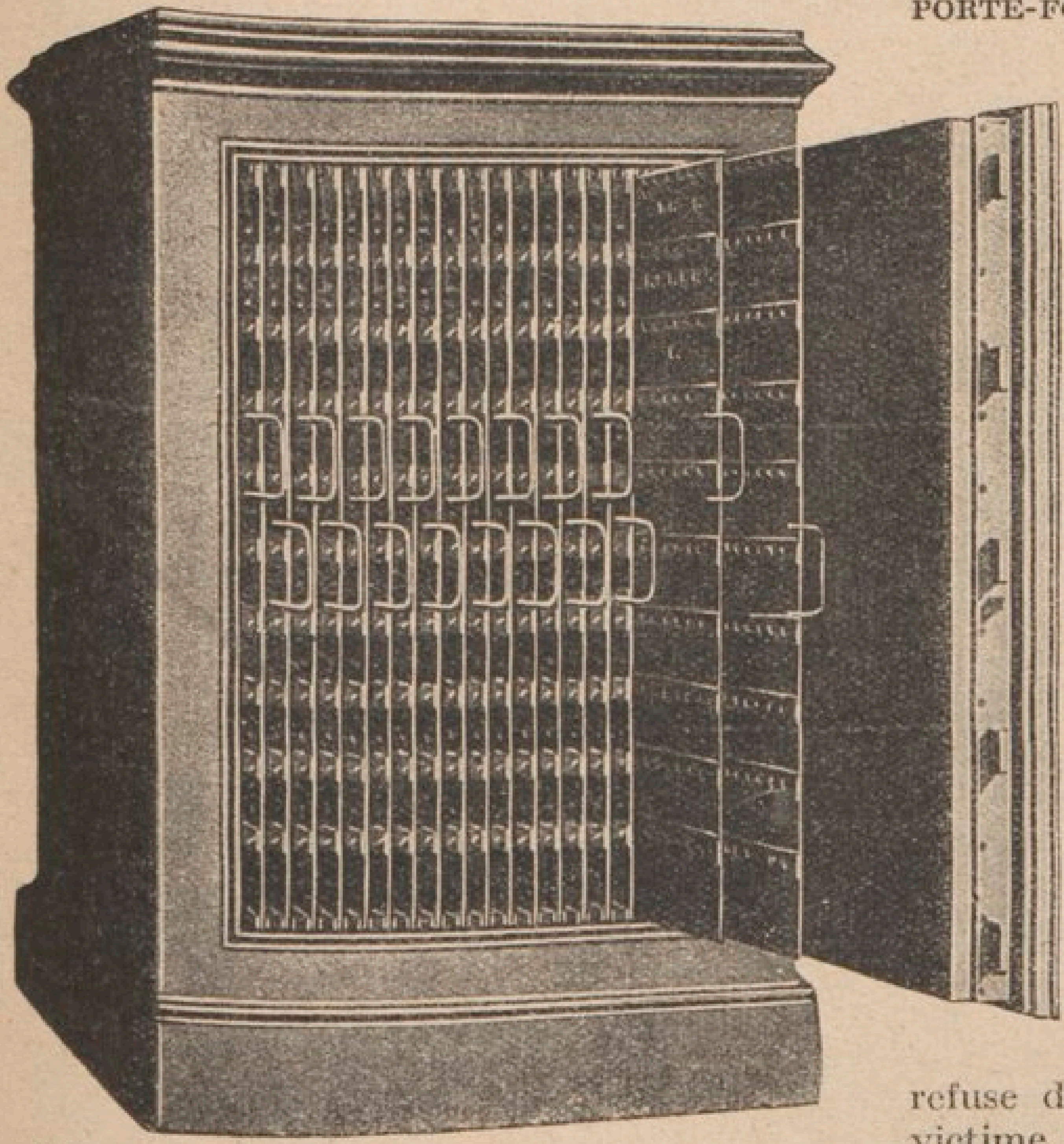
la porte et le châssis ne permettrait qu'une course de quelques centimètres, l'extrémité de la scie venant heurter contre le châssis. La scie devrait alors se courber à angle droit pour revenir par un nouvel angle droit en sens inverse de sa direction primitive. On n'arriverait jamais à toucher les pênes.

Alors, autant s'attaquer franchement à la masse de la porte, au marteau, au chalumeau, au foret ou à l'électricité. Là encore, tout l'attirail du cambrioleur, quelque scientifique qu'il soit, s'émoussera contre la porte, car le chalumeau, après avoir fondu la première épaisseur d'acier, devra reculer devant l'infusibilité des substances placées derrière, en supposant que les vapeurs asphyxiantes dégagées par



PORTE-FORTE OUVERTE MONTRANT LE MÉCANISME DE SERRURERIE

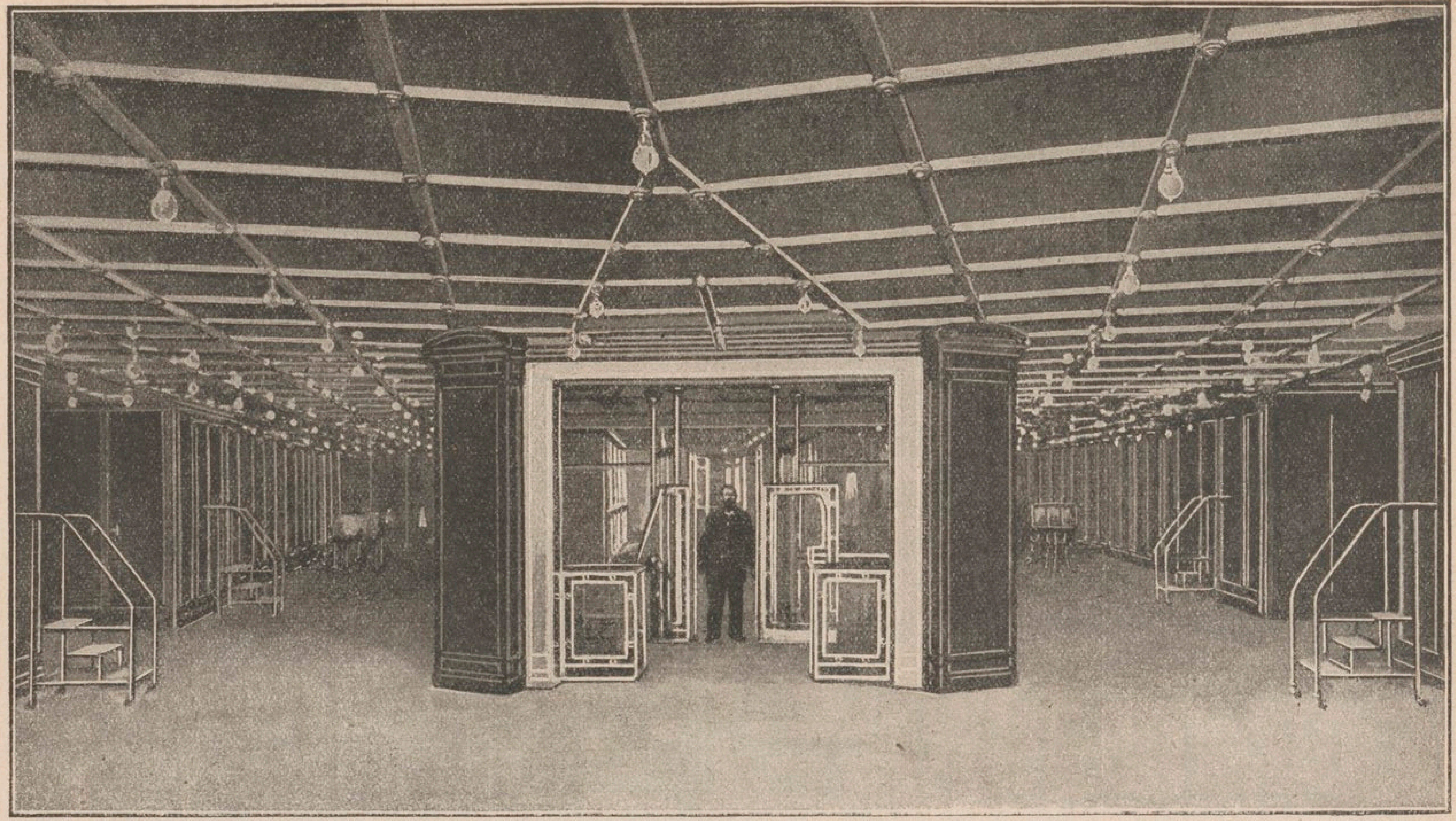
On voit que la chambre-forte est encore protégée par une seconde porte d'acier, quelquefois deux, à double vantail. La porte est entièrement étanche; son mécanisme commande des pênes sur les quatre côtés. De plus, une serrure dite « chronographe » n'autorise pas l'ouverture en dehors de certaines heures déterminées.



CAISSE BLINDÉE OU SONT RANGÉES, LE SOIR, TOUTES LES CLEFS DES COFFRES-FORTS 'UNE GRANDE BANQUE

certaines de ces substances sous l'action de la chaleur n'aient pas obligé l'opérateur à abandonner précipitamment le travail.

Que de précautions, que d'ingéniosité, que de science pour décourager les cambrioleurs les plus hardis, les plus téméraires ! Mais ces protections peuvent aussi se dresser contre les honnêtes gens. Que l'un des gardiens ait égaré sa clef ou que, pour une cause quelconque, la serrure refuse de fonctionner, et voilà la banque victime des précautions qu'elle a accumulées contre le vol. Heureusement, tout a été prévu. D'abord, on fait toujours deux clefs semblables pour parer à la perte de l'une



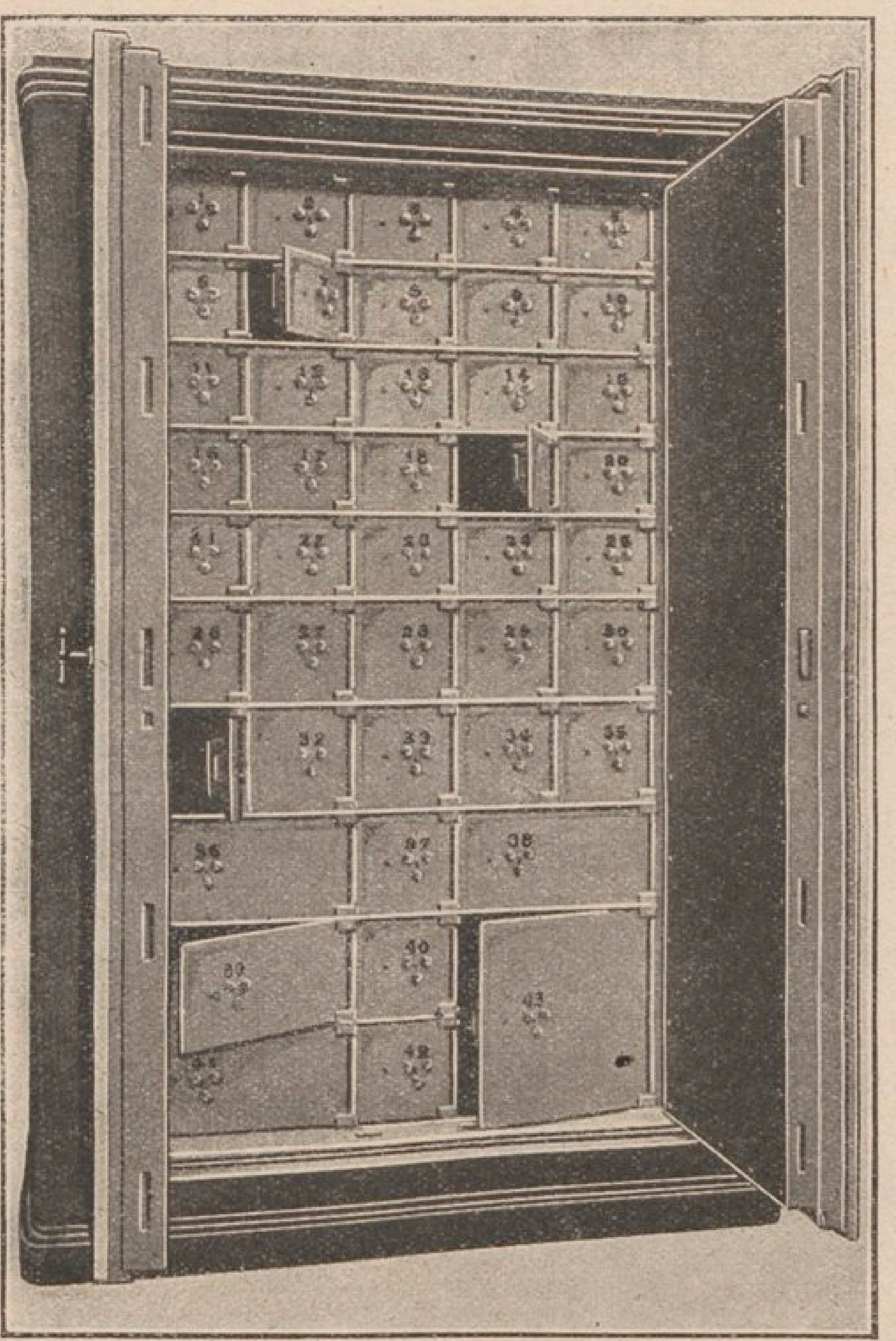
VUE GÉNÉRALE D'UNE SALLE DE COFFRES-FORTS DANS UN GRAND ÉTABLISSEMENT FINANCIER PARISIEN

Les coffres loués aux clients de la banque sont disséminés autour de la vaste pièce, éclairée par une profusion de lampes électriques. Des escabeaux roulants permettent d'accéder aux compartiments supérieurs des coffres. Au centre, une chambre blindée reçoit les réserves d'or et les titres en dépôt. Des gardiens circulent jour et nuit dans l'espace libre, entre les coffres et la chambre blindée centrale, assurant à cette installation un supplément de sécurité.

d'elles ; ensuite, il existe quelque part, dans la paroi de la chambre, et à un endroit dissimulé, un trappeau de secours ou trou d'homme, de dimensions suffisantes pour permettre le passage d'un gardien. C'est une petite porte, construite comme la grande, et protégée de la même manière. On l'ouvre, le gardien passe et peut, de l'intérieur, actionner les pênes de la chambre-forte. Aux heures d'ouverture de l'établissement, la porte est toujours ouverte ; on ferme seulement une grille qui permet l'aération de la chambre. Il faut, en effet, que les locataires des coffres-forts aient la possibilité de pénétrer jusqu'à leurs dépôts, soit pour détacher leurs coupons, soit pour apporter des titres nouveaux ou en tirer d'autres à mettre en vente.

Le coin du public, largement protégé par les murs et la porte du caveau blindé, doit encore être à l'abri des visites d'autres voisins. S'il suffisait, en effet, de posséder un coffre pour avoir la possibilité d'inspecter tous les autres, les cambrioleurs auraient beau jeu et seraient les premiers clients des banques!

Mais chaque coffre, chaque compartiment est encore pourvu d'une clef spéciale établie avec autant de soins que celles des coffres-forts particuliers. Le client a donc la certitude qu'aucune des milliers de clefs fermant et ouvrant les autres coffres ne peut ouvrir le sien. De plus, la serrure de la case comporte trois ou quatre boutons de combinaison permettant la formation d'un mot secret ou d'un groupe de chiffres choisi parmi la gamme des 390.625 combinaisons qui sont possibles.



UN COFFRE-FORT DISTRIBUÉ EN CASES A LOUER

Les cases peuvent être de dimensions différentes. Toutes sont fermées par une clef qui est remise au locataire ; celui-ci imagine la combinaison secrète qui lui plaît. Le gardien possède une clef de contrôle sans laquelle le locataire ne peut ouvrir son coffre.

Chaque client ne peut ouvrir son compartiment que lorsque le contrôleur, par un mouvement de sa clef propre, lui a donné libre accès dans sa serrure. Le contrôleur peut ainsi vérifier l'identité du client avant de lui laisser ouvrir le coffre.

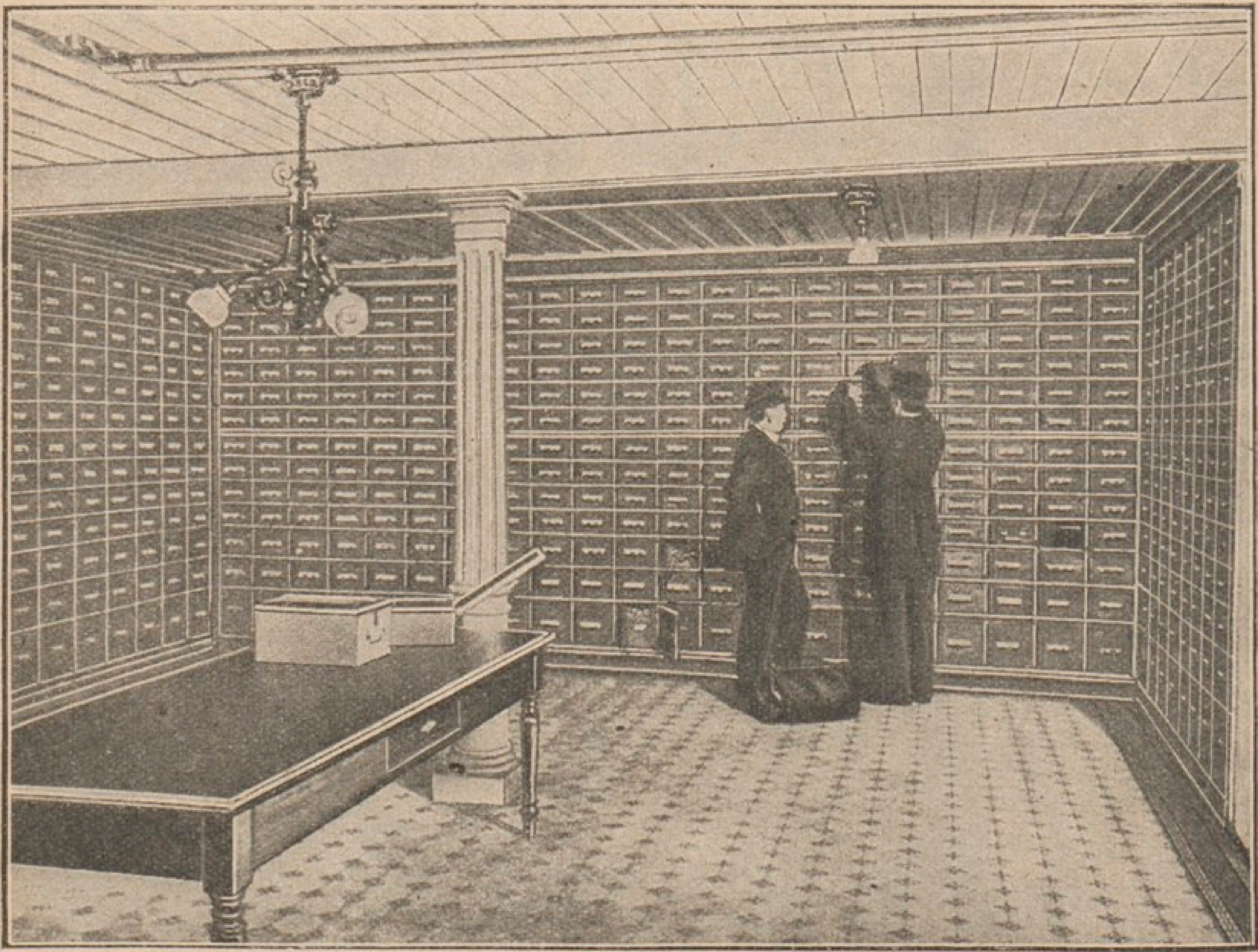
La même clef de contrôle est généralement utilisée pour tout un groupe de compartiments afin de faciliter la tâche du contrôleur.

La sécurité de chaque coffre et de chaque compartiment est donc absolue, et personne, sauf le locataire, ne peut l'ouvrir. Quelques clients seraient disposés à croire que la banque peut ouvrir les coffres et fouiller dans les papiers. Rien n'est plus faux, car une seule clef est établie pour chaque coffre et elle est en possession du locataire. Cependant, pour rassurer les personnes craintives, on met parfois un obturateur sur chaque case afin de cacher l'entrée de la clef. Cet obturateur est fermé par un cadenas dont la clef reste encore en possession du client.

Il existe aussi des cache-entrée qui forment scellé par l'apposition d'une bande de papier

portant la signature visible de l'extérieur. Pour découvrir l'entrée de la serrure, il faut briser cette bande de papier protectrice.

Un mot encore sur les « combinaisons ». En général, les boutons appartiennent au genre dit « compteur » : on compte à partir du cran d'arrêt le nombre que l'on désire depuis zéro jusqu'à vingt-quatre. Avec cet ingénieux système, les voisins ne peuvent voir la combinaison qui est sur le coffre et qui y reste à demeure tant que la case est ouverte.



VUE D'UNE CHAMBRE-FORTE. SECTION DES COMPARTIMENTS DE LOCATION

Tous les coffres individuels sont alignés comme des casiers contre les parois de la chambre.

Cependant, bien des personnes préfèrent la combinaison à lettres, trouvant plus simple de se rappeler un mot qu'un nombre. Un voisin intéressé peut la lire d'un seul coup d'œil pendant qu'elle reste formée. On supprime pourtant cet inconvénient en obligeant le client à brouiller sa combinaison pour ouvrir complètement la porte de son coffre. Dans ce système, le locataire, après avoir fait sa combinaison, ne peut donner qu'un demi-tour de clef ; pour achever l'ouverture de la serrure, il doit ensuite brouiller totalement la combinaison.

Enfin, comme il pouvait être désagréable pour les clients d'attendre l'arrivée de l'employé pour fermer la serrure de contrôle, cet employé étant souvent occupé ailleurs, on a imaginé les serrures automatiques de contrôle, qui fonctionnent toutes seules dès que le locataire a fermé la porte de sa case.

De quel luxe de précautions n'a-t-on pas entouré la fortune privée et la fortune publique ! Aucune n'est inutile, car de cette abondance de moyens protecteurs naît l'idée de l'impossible effraction. On peut dire qu'à l'heure actuelle, aucun outillage, quelque perfectionné qu'il soit, n'est capable d'ouvrir un coffre-fort moderne. Cependant, si les cambrioleurs parviennent à enlever un coffre-fort et à le transporter dans un lieu désert, il leur sera toujours possible d'en venir à bout s'ils ont le temps devant eux.

En somme, dans la lutte du bien contre le mal, représentée par la résistance du blindage à l'outil, le premier a fini par triompher.

GÉRARD DUPONTEL

Nous devons à l'obligeance des maisons Fichet, Bauche et Haffner la documentation et les illustrations de cet article.

APRÈS LA HOUILLE BLANCHE, NOUS ALLONS AVOIR LA HOUILLE BLEUE

Par Jacques CLAMENS
INGÉNIEUR HYDRAULICIEN

Il s'est fondé à Paris un groupement de propagande, « la Houille bleue », en faveur de l'utilisation des énergies de la mer.

Des faits prouvent que cette utilisation est possible. Des installations existent : à Mamaroneck (Etats-Unis), par exemple, le rendement est de 35 HP par turbine sous 0 m. 60 de chute. Le bassin établi à cet effet a une superficie de 13 hectares.

Près de Royan, une installation utilise l'air comprimé dans une vaste chambre. Les moteurs à flotteurs de Potentia (Californie) en sont un autre exemple.

Entreprise sur une vaste échelle, la captation de la houille bleue aurait une influence considérable pour l'essor économique et industriel de notre pays. Cette question est donc à encourager, car ceux que l'on traite aujourd'hui d'utopistes seront vraisemblablement considérés demain comme des précurseurs.

Notre déficit en production de houille noire, provoquant la pénurie de force motrice économique, doit nous faire étudier en France, avec plus de soin, la possibilité de récupérer les millions de chevaux-vapeur qu'on peut aisément capter sur nos 3.500 kilomètres de côtes.

On escompte que la force motrice ainsi recueillie reviendrait, dans certains cas, meilleur marché que la force produite avec la houille noire ou la houille blanche ; cela augmente donc l'intérêt de ces projets.

On peut utiliser les mouvements de la mer sous des formes assez différentes : houle, vagues, marées, courants, barres, etc...

Malheureusement, ces mouvements sont irréguliers : un calme relatif peut succéder à une tempête. Ou, lorsque le vent devient violent, les vagues peuvent atteindre 16 mètres de haut et une vitesse de 42 kilomètres à l'heure.

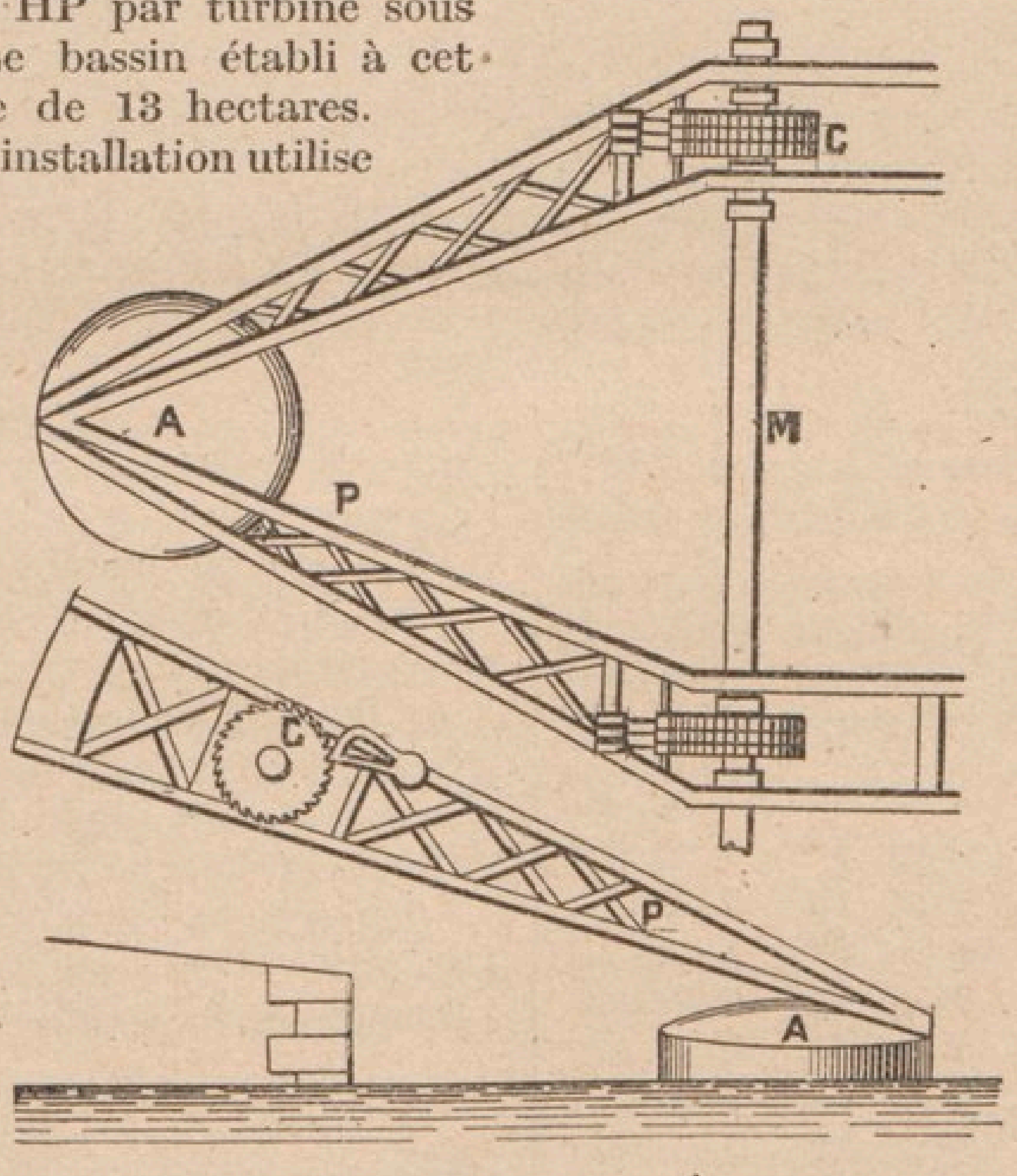


FIG. 1. — MARÉMOTEUR SYSTÈME FUSENOT
(Vues en plan et en élévation.)
A, *flotteurs libres transmettant par les poutres* P *leur mouvement à l'arbre* M *par l'intermédiaire du cliquet et des roues à rochet* C.

M. Molinié estime qu'une vague de 10 mètres de haut sur 100 mètres de long donne un effort de 2.000 HP, et que les rochers de nos côtes subissent une pression de 30 tonnes par mètre carré. On voit la difficulté d'établir des installations soutenant ces formidables pressions. La chose est pourtant possible, puisque les jetées de nos ports résistent aux tempêtes.

La marée donne, au contraire, un effort beaucoup plus régulier. Sous l'influence des astres, la mer monte pendant près de six heures douze et, après quelques minutes, la « mer haute » commence à descendre. Le « reflux » ou « jusant » demande à peu près le même temps.

Dans les mers ouvertes, l'amplitude des marées est à peine de 1 mètre, tandis que dans les golfes et passages étroits, elle peut arriver à 14 ou 15 mètres, par exemple au mont Saint-Michel, où les eaux venant du large se trouvent arrêtées par la côte.

M. Maynard établit ainsi cette amplitude dans un tableau que nous donnons plus loin,

La variation du marnage, ou différence de hauteur entre la pleine mer et les basses eaux, constitue une des plus grosses difficultés à vaincre pour alimenter des turbines sous une chute constante.

Le professeur Berger estime à 20.000 HP par kilomètre carré de bassins la force qu'on pourrait capter. Les baies profondes comme celles de La Frenay, le golfe de Saint-Malo (10 kilomètres carrés), avec des digues de 10 mètres de long, donneraient en moyenne 6.000 HP; les baies de Lancieux et d'Arguenon, 7 à 8.000 HP; les estuaires de la Somme, de la Vilaine, de la Seine, ne fourniraient pas moins de 7.000 HP.

M. Maynard compte sur une force de 39 HP pour un hectare de réservoir rempli d'eau de mer sur 4 mètres de hauteur, à cause de la réduction de la chute en mortes eaux. En se basant sur ce chiffre, on obtiendrait 156 HP par hectare dans la région de Saint-Malo, où le marnage est très fort. Mais avec des digues-barrages permettant d'installer plusieurs turbines côte à côte, on recueillerait certainement plus de force motrice.

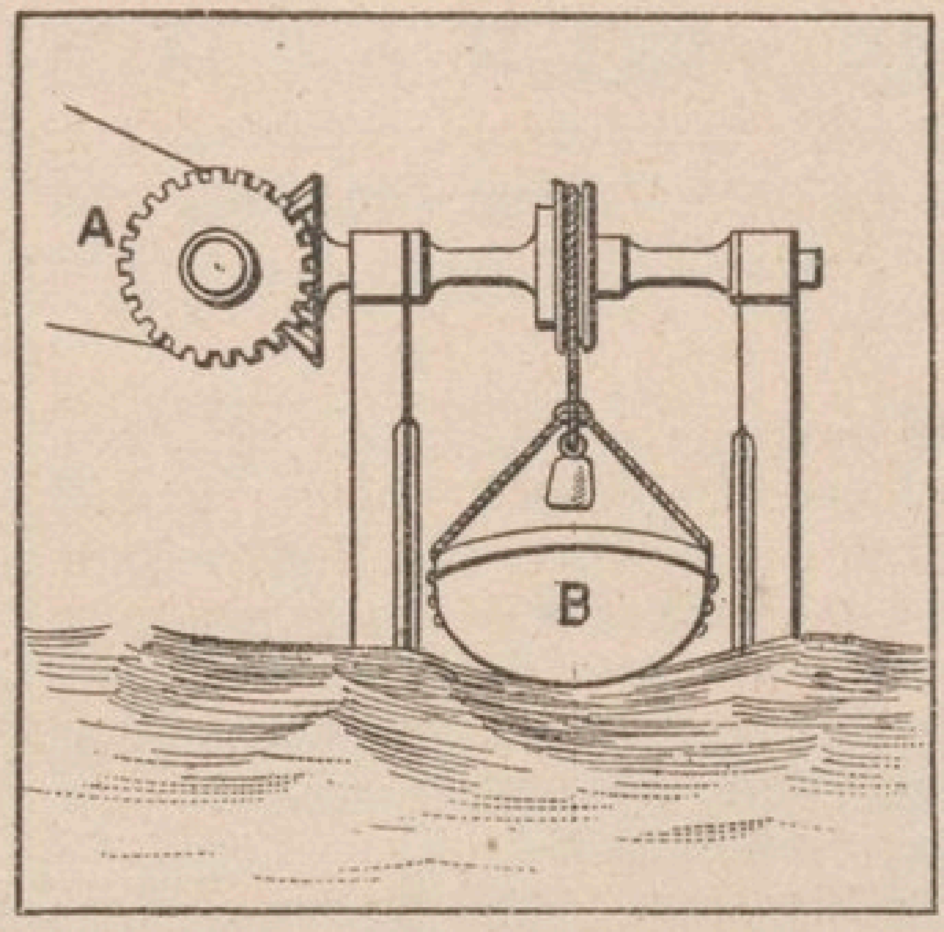


FIG. 2. — AUTRE DISPOSITIF CONSTITUANT UN MARÉMOTEUR

La barque B *transmet son mouvement de va-et-vient à l'arbre* A *par une roue d'encliquetage.*

TABLEAU de l'amplitude des marées	Différence maximum des eaux	Différence minimum des eaux
Saint-Jean-de-Luz.	4 m. 50	1 m. 10
La Rochelle.......	6 m. 56	1 m. 70
Brest.............	7 m. 10	1 m. 70
Saint-Malo.	13 m. 67	3 m.
Cherbourg	6 m. 30	1 m. 30
Le Havre.........	7 m. 55	2 m. 45
Boulogne	9 m. 30	2 m. 95
Dunkerque........	5 m. 70	1 m. 85

Dans son étude sur les marémoteurs, M. Thouvenin estime qu'avec une marée de 6 mètres, on pourrait avoir une chute de 2 mètres. Il faudrait un débit de 5.000 litres par seconde pour une puissance de 100 HP avec une turbine d'un rendement de 75 %. Un hectare donnerait 56 HP pendant sept heures et demie, soit par marée 32 HP.

Dans le système Fusenot, la houle est utilisée avec des flotteurs qui, soulevés par le flot, retombent ensuite de leur poids, actionnant à chaque chute un arbre de transmission (fig. 1 et 2).

Ces flotteurs peuvent être de diverses sortes : c'est quelquefois un bateau ancré se déplaçant dans le sens vertical, ou des flotteurs cylindriques s'élevant aussi verticalement.

On pourrait installer sur le rivage plusieurs rangées de pompes automotrices recueillant la force de cinq ou dix vagues, actionnées par un flotteur coulissant au centre dans une tige en métal fixée au fond de la mer et pouvant, à l'aide d'un dispositif spécial, s'incliner suivant la hauteur de la marée.

En s'élevant, le flotteur aspirerait une quantité d'eau, et, en retombant après le passage de la vague, il refoulerait cette eau dans un petit tuyau en métal qui l'enverrait à ter-

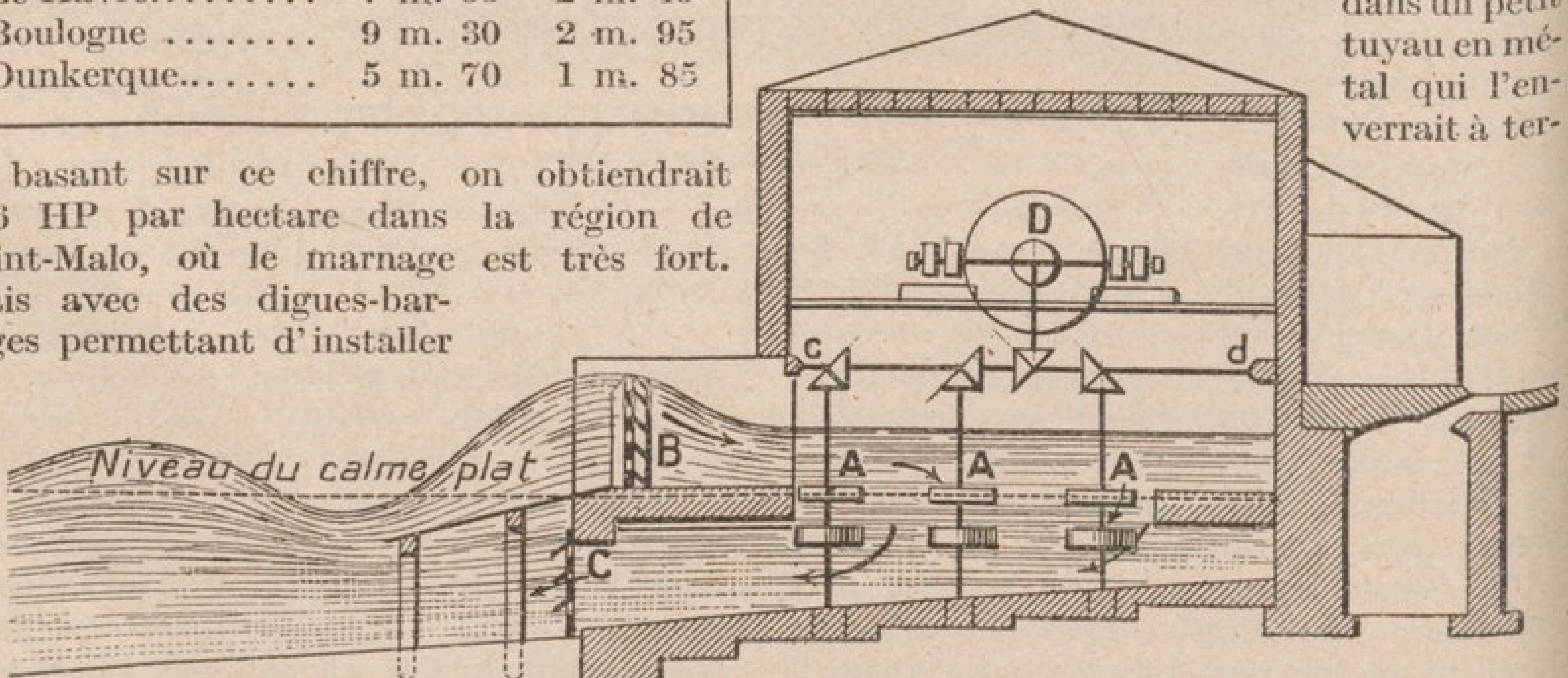
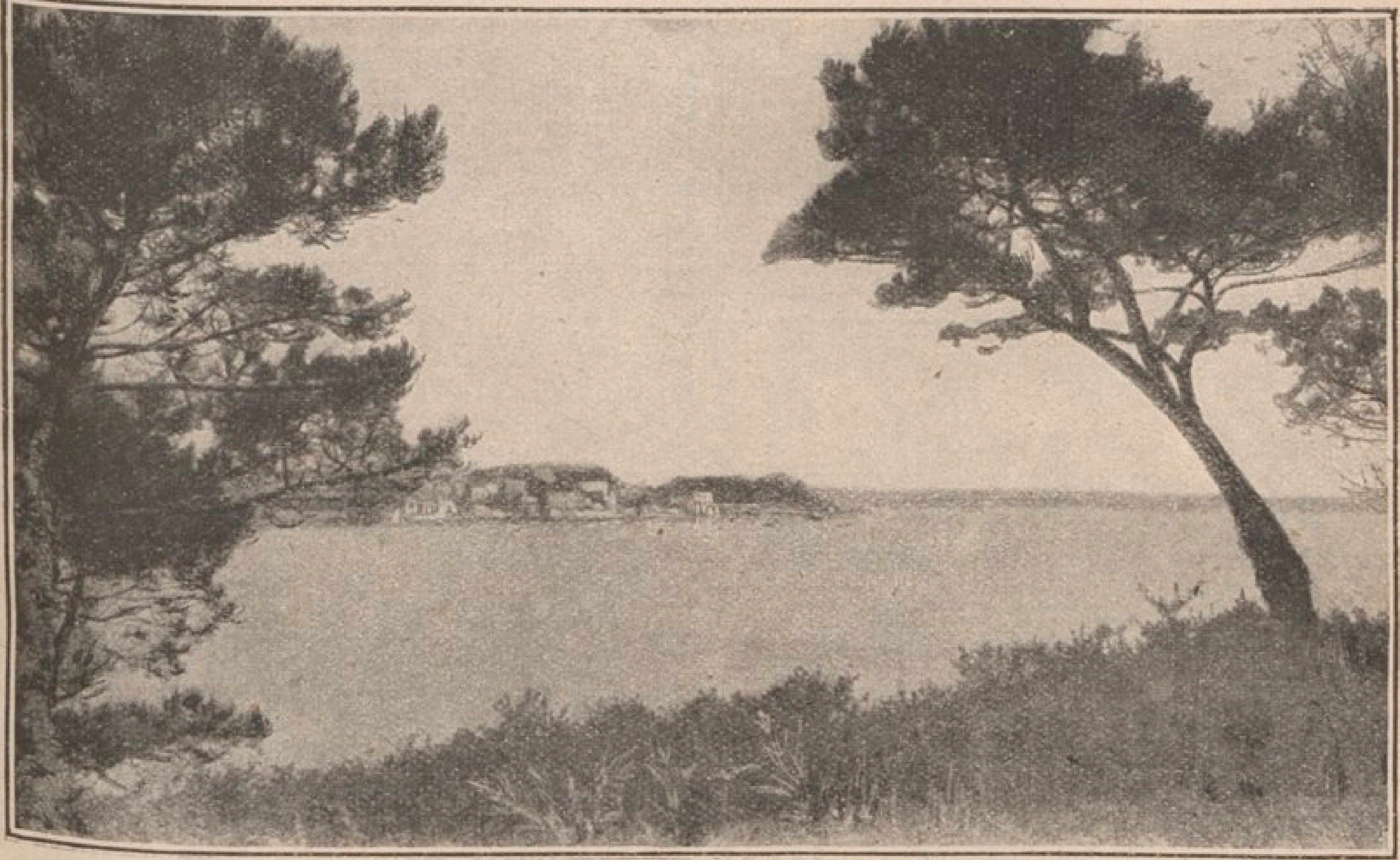


FIG. 3. — PROJET MAUREL POUR UTILISER LA FORCE VIVE DES VAGUES

A, *série de turbines ;* B, *porte-écluse d'arrivée de l'eau de mer dans la chambre des turbines ;* C, *porte-écluse, canal de fuite ;* D, *appareil d'utilisation ;* c d, *axe de force motrice.*



L'EMBOUCHURE DE LA RANCE A DINARD, VUE PRISE SUR LA VICOMTÉ

re, dans un récipient élevé où elle servirait à actionner des turbines hydrauliques.

Le Dr Legrand a imaginé un pneumatique à balancier qui permettrait de capter une force puissante. Il se compose d'un flotteur, mobile autour d'un point de suspension situé à sa partie supérieure, et recevant au passage des vagues une poussée qui le fait osciller à peu près comme le balancier d'une pendule. Le mouvement est transmis à un moteur pneumatique. Ce système robuste pourrait s'appliquer facilement sur un grand nombre de points.

La force vive des vagues suffit à actionner des turbines. Sur la Côte d'Azur, par exemple, la vitesse moyenne de l'eau est de 7 m. 50 par seconde. Les vagues, arrivant dans une chambre close et retournant à la mer par un canal de sortie, peuvent traverser des turbines qu'elles mettront en action (fig. 3).

Avec ce système, la nappe d'eau ayant 2 mètres au-dessus du niveau des basses eaux, on pourrait obtenir 5,000 chevaux, et même davantage, avec huit ou neuf turbines.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on a cherché à capter les forces de la mer. On trouve des « moulins à marée » dès le XIe siècle, mais ils étaient fort imparfaits, car leur fonctionnement, basé sur le flot, n'était ni continu ni régulier. Ils ne rendirent que peu de services.

Au XVIIIe siècle, Bélidor a songé à remédier à cet inconvénient en construisant des bassins suffisamment vastes pour contenir l'eau nécessaire au fonctionnement des moulins pendant le temps que la mer mettrait à descendre et à remonter (fig. 4). L'arrivée et l'écoulement de l'eau se réglaient par des écluses, ce qui était simple et pratique.

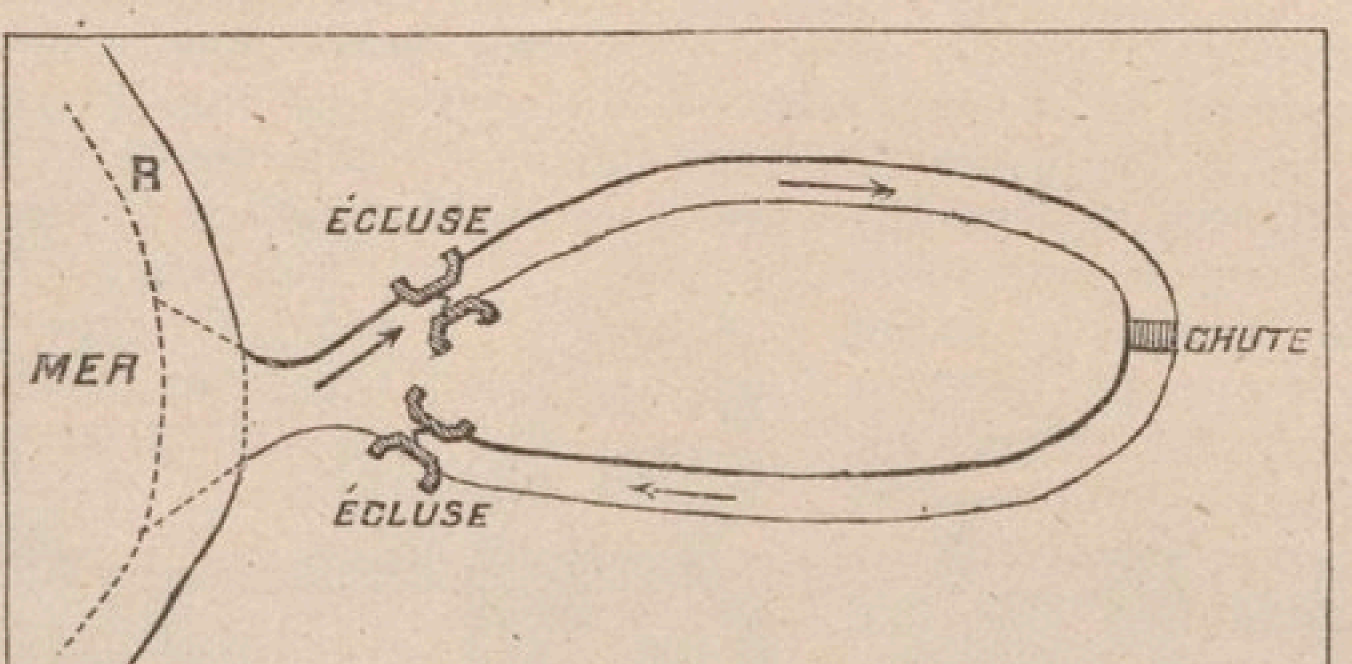


FIG. 4. — UN BASSIN BÉLIDOR, AU XVIIIe SIÈCLE

Ce principe a été repris par un certain nombre d'ingénieurs distingués ; l'idée essentielle est l'établissement de plusieurs bassins ouverts, de niveaux différents, permettant l'écoulement de l'eau qui actionnerait des turbines placées dans un barrage formant chute.

Des digues séparent la mer des bassins et

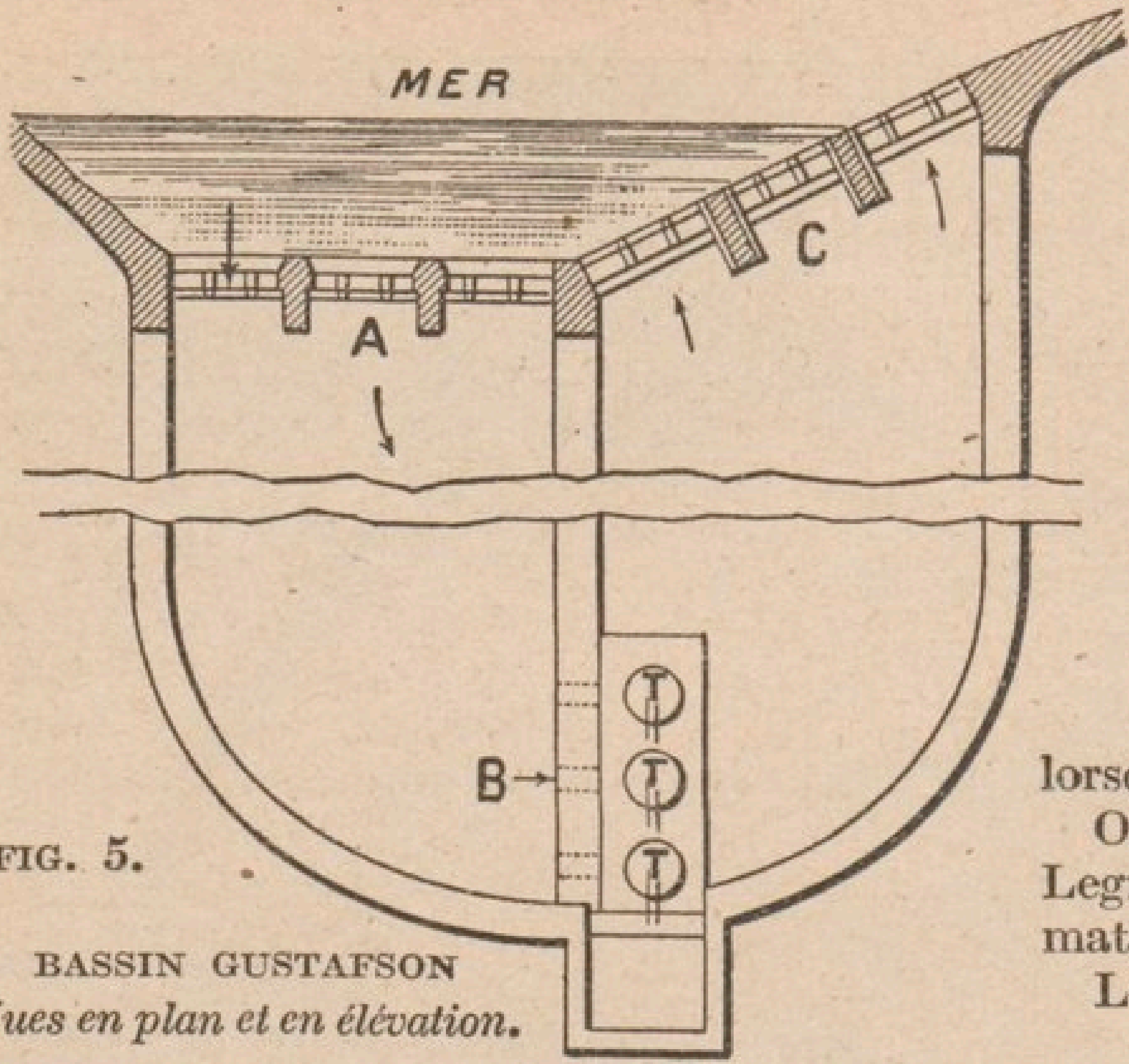
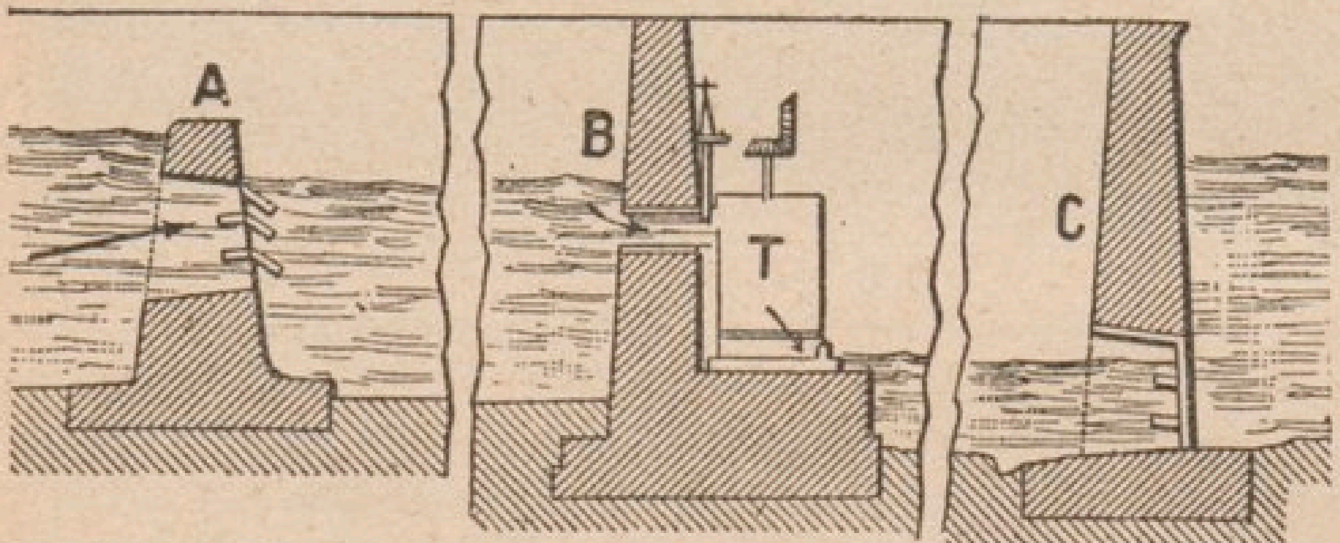


FIG. 5.

BASSIN GUSTAFSON
Vues en plan et en élévation.



A, *mur garni des portes d'entrée;* B, *alimentation des turbines* T*;* C, *mur garni des portes de sortie à marée basse.*

comportent des portes de retenue pour le passage de l'eau. Ces portes se ferment hermétiquement par leur propre poids (fig. 5).

L'ingénieur Decœur a étudié de cette manière l'aménagement de la baie de Honfleur, qui produirait, d'après ses calculs, 6.000 HP. L'installation reviendrait à près de 1.500 francs par cheval (pour capter la houille blanche à l'usine de Jonage, près Lyon, les dépenses ont été de 1.800 francs par cheval, et, cependant, l'installation prospère).

M. Esnault-Pelterie soumettait, en 1915, un vaste projet de captation de la Manche et du Pas-de-Calais. Il comprenait la construction de deux digues traversant la Manche, avec une digue transversale séparant le détroit en deux immenses bassins; l'estuaire de la Tamise était également endigué.

Ce projet supposerait des travaux gigantesques, d'une exécution difficile par l'obligation de couler les éléments de digues en béton armé. Mais il reste surtout particulièrement intéressant par l'emploi de turbines munies chacune d'une pompe centrifuge puisant l'eau dans le bief le plus bas et la refoulant sans débit dans un tube de niveau.

Les difficultés communes à tous les systèmes de bassins ouverts sont, outre la force de destruction de la mer, la nécessité d'avoir des bassins étanches et un fonctionnement assez rapide des organes d'obturation des ouvertures.

On a basé des systèmes à réservoirs clos sur la compression ou la dilatation que subit l'air d'une chambre fermée lorsque la marée y arrive ou s'en retire.

On doit également au Dr Max-Albert Legrand un ingénieux moteur hydro-pneumatique qui repose sur ce principe (fig. 6).

La mer, envahissant une citerne en maçonnerie de 10 mètres carrés, comprime l'air qu'elle contient, lequel s'échappe par une soupape. A la marée descendante, il se produit un appel d'air qui détermine la rotation d'un moteur constitué par une roue dentée. Ce moteur a une vitesse d'un tour par seconde, et, en donnant aux dents une surface de 10 cm. 2, il peut fournir 0,83 HP pour une baisse d'eau de 0 m. 02 environ par minute.

A Rockland (États-Unis), une installation faite d'après le système Taylor actionne très régulièrement plusieurs usines et donne de 300 à 5.000 HP.

On a utilisé un bassin naturel de 2 kilomètres carrés aboutissant à une écluse de 80 mètres de long, 12 mètres de large et 8 m. 40 de profondeur. Dans le roc, on a creusé des puits de 61 mètres de profondeur.

L'eau coule dans ces puits et passe par des trompes en communication avec l'air extérieur; celui-ci est entraîné à la pression de l'eau :

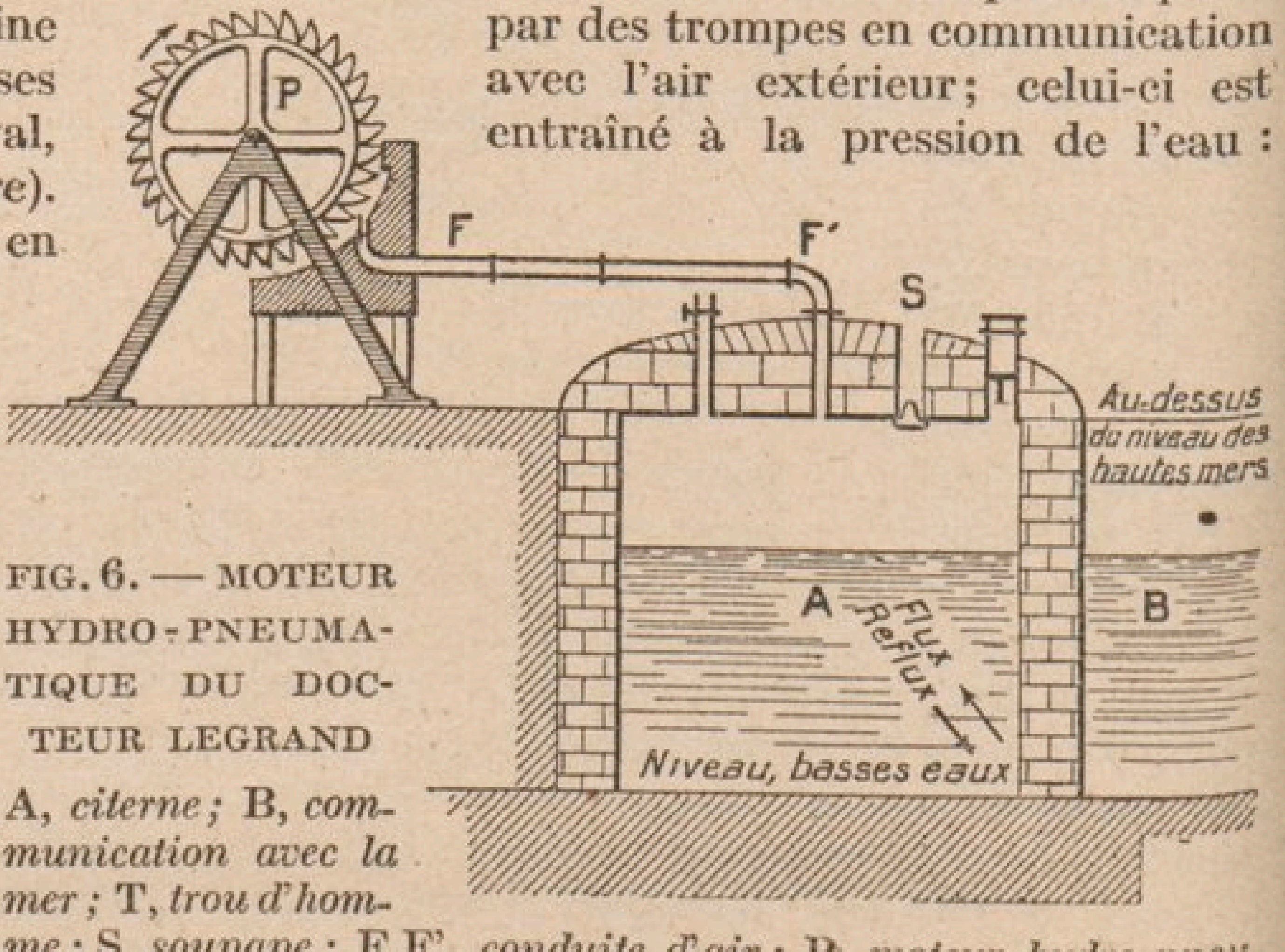
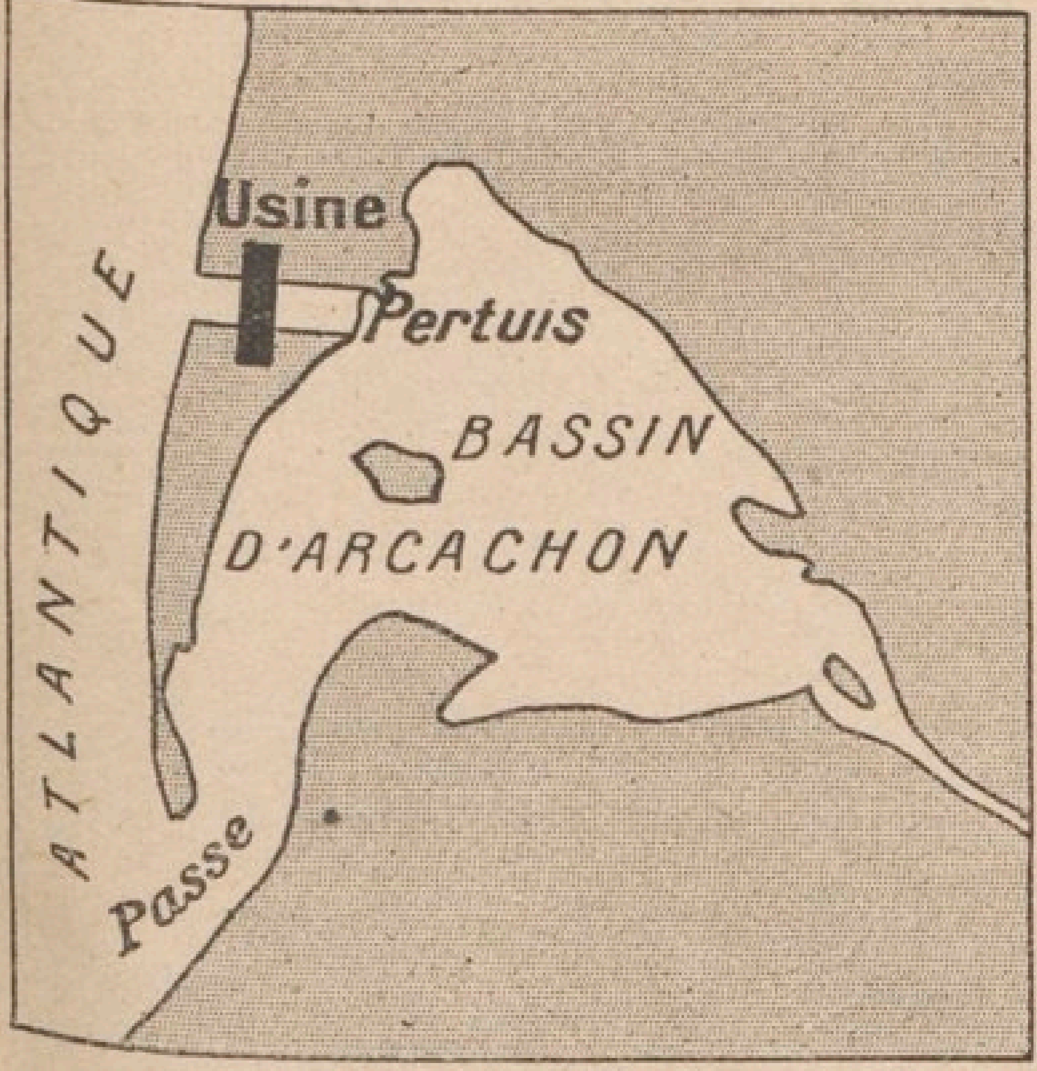


FIG. 6. — MOTEUR HYDRO-PNEUMATIQUE DU DOCTEUR LEGRAND

A, *citerne;* B, *communication avec la mer;* T, *trou d'homme;* S, *soupape;* F F', *conduite d'air;* P, *moteur hydro-pneumatique constitué par une roue dentée (supposé en coupe).*



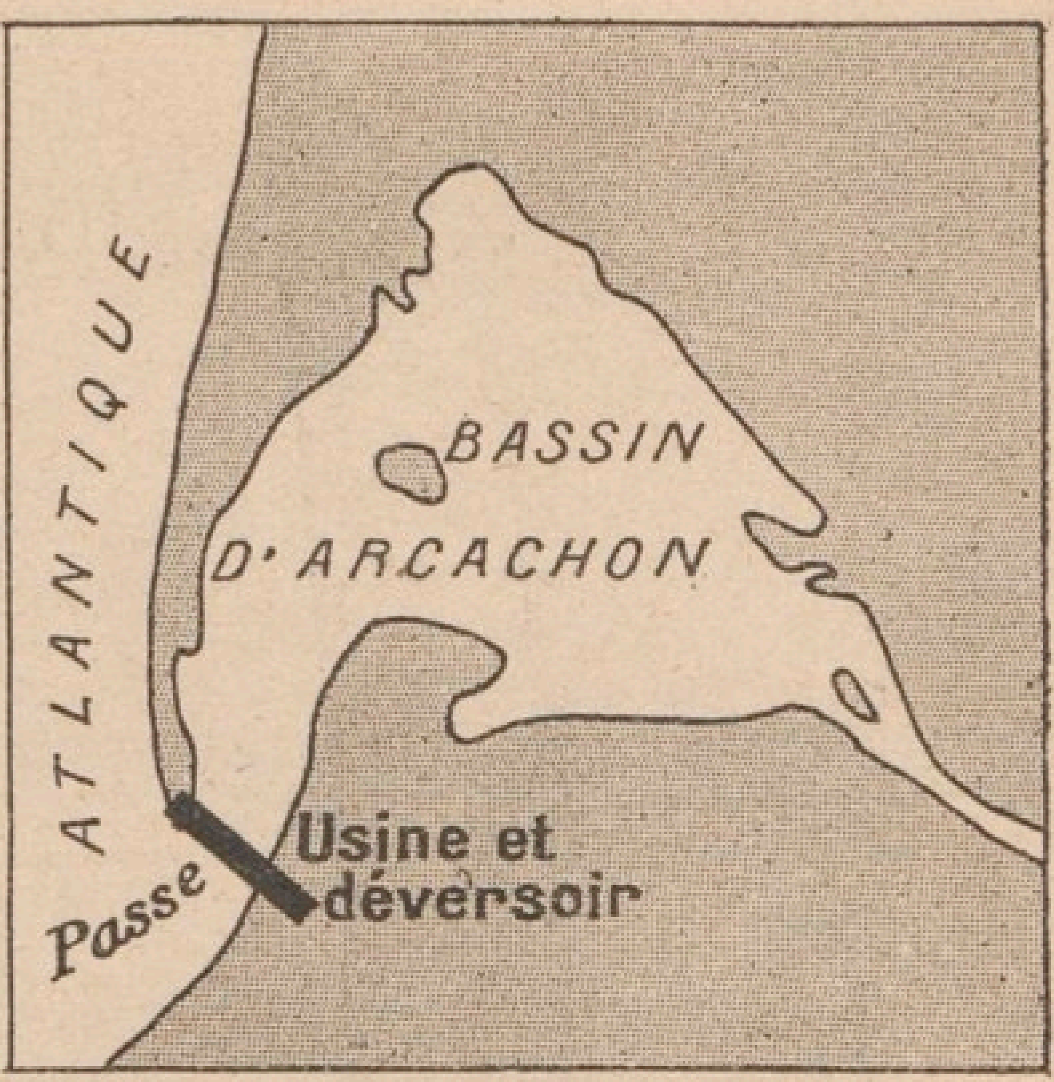


FIG. 7 ET 8. — PROJETS POUR L'AMÉNAGEMENT DU BASSIN D'ARCACHON

Dans le projet de gauche, l'usine est construite sur un pertuis creusé pour faire communiquer le bassin avec la mer; dans celui de droite, l'usine s'élève sur une digue barrant la passe.

5 k. 9 au centimètre carré, et est utilisé comme force motrice. M. Séverin, qui étudiait ce système en 1910, concluait que, pour l'appliquer avec quelques modifications à Deauville et obtenir 100 chevaux, il faudrait un bassin de 100 × 200 mètres avec 7 mètres de profondeur au moins.

Un grand nombre de projets plus ou moins intéressants et réalisables ont été conçus pour utiliser la force des marées. De 1837 à 1918, on ne compte pas moins de quatre-vingt-quatorze brevets pris en France sur cette question, sans parler d'une vingtaine d'études techniques, dont celle de l'aménagement du bassin d'Arcachon (fig. 7 et 8). Un des projets comporte l'établissement de l'usine électrique sur une digue barrant la passe; l'autre nécessite un pertuis pour y placer l'usine.

L'ENTRÉE DU PORT DE LA ROCHELLE ET VUE PARTIELLE DE LA BAIE

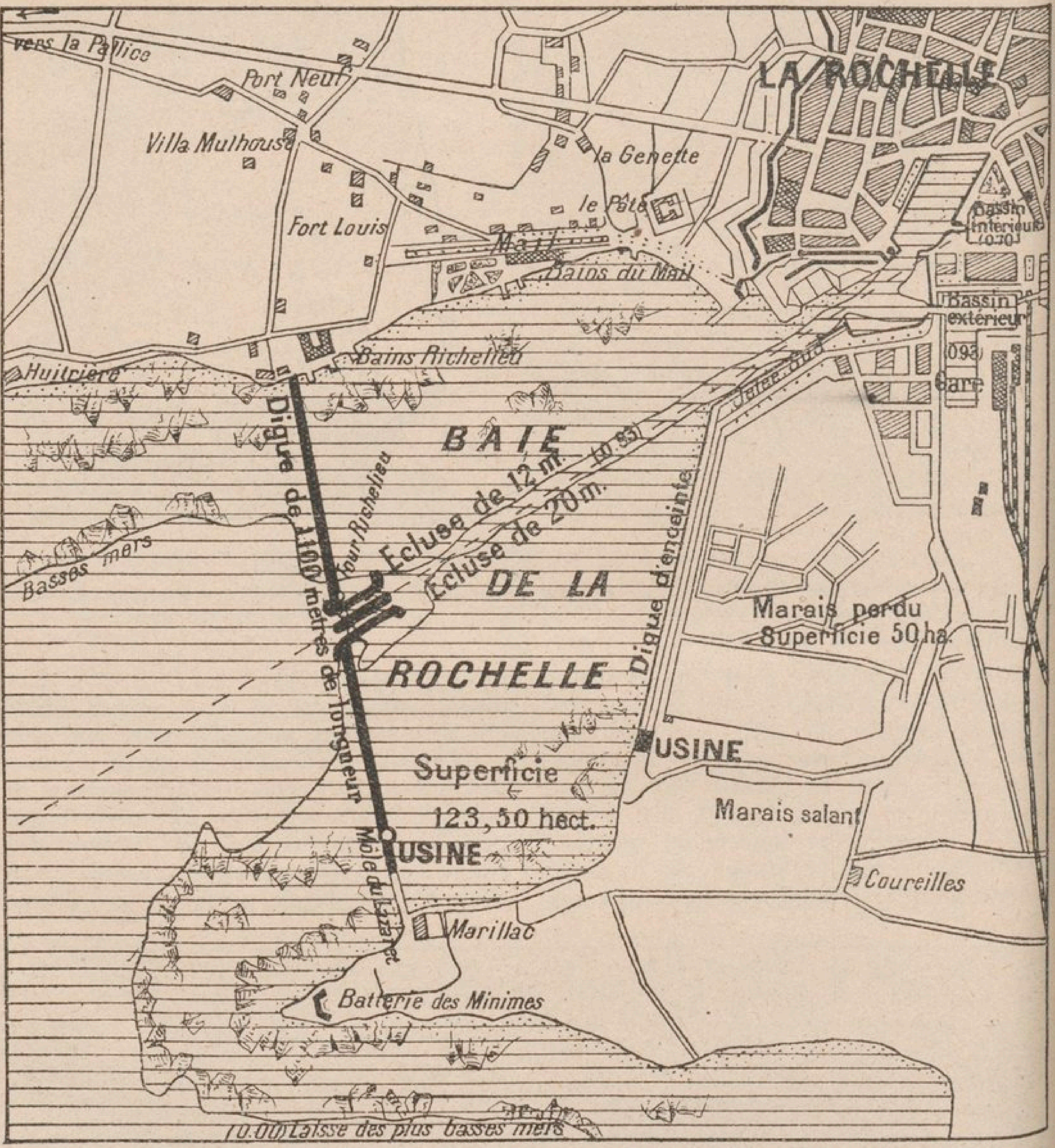


FIG. 9. — PROJET DES TRAVAUX A EXÉCUTER POUR LE CAPTAGE DE LA PUISSANCE DES MARÉES DANS LA BAIE DE LA ROCHELLE ET AU MARAIS-PERDU

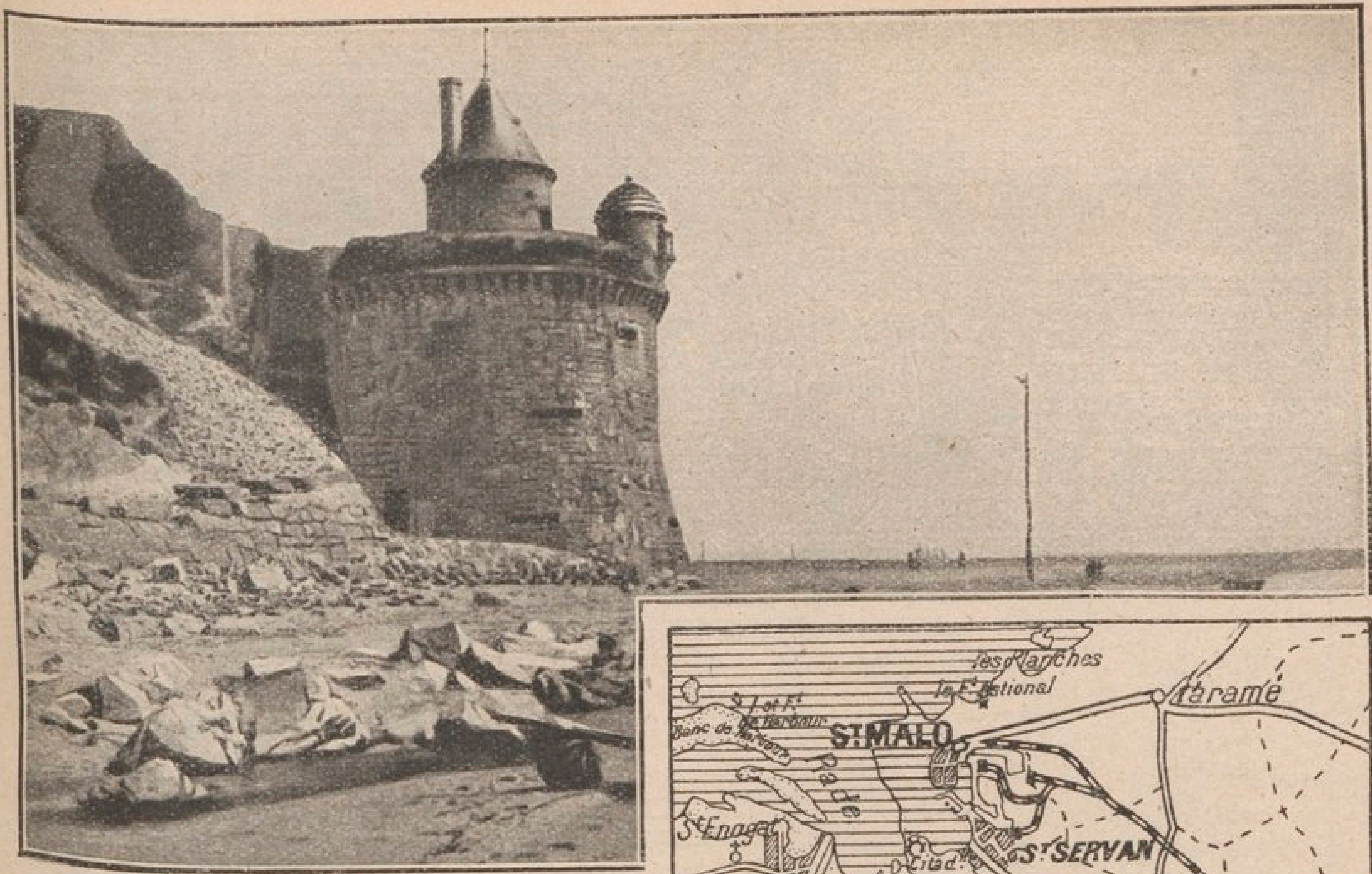
L'installation, au port de Chichester, dans le comté de Sussex (Grande-Bretagne), d'un barrage en maçonnerie pour fournir l'énergie à une usine électrique a été étudiée en 1906. Les « Annales des Travaux publics » de Belgique, analysant ce projet qui produirait 8.000 chevaux à 112 fr. 50 par cheval-an, estiment ce prix très raisonnable en Angleterre.

Le cheval-vapeur-an ne pouvait, à ce moment, être produit à moins de 125 francs par moteur à vapeur, et si l'on tient compte des installations, ce prix se trouve doublé.

Pour deux centrales électriques anglaises, le prix du cheval-an électrique est de 372 fr. 50 dont 136 fr. 88 pour le charbon.

La Compagnie des Chutes du Niagara, en vendant le cheval électrique-an 90 francs, obtient un revenu de 8 %. Les 8.000 chevaux de Chichester donneraient un revenu de 900.000 francs pour les 7.500.000 francs qui seraient nécessaires à l'exécution des travaux.

Dans une étude très documentée qu'il a faite sur les procédés ou moyens à employer pour capter la puissance des marées, M. Maynard, ingénieur des ponts et chaussées, examine les diverses manières d'aménager



VUE PARTIELLE DE LA BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL

la baie de la Rochelle, celle de Rothéneuf et la Rance, pour l'établissement d'usines hydro-électriques (fig. 9, 10 et 11).

Pour la baie de Rothéneuf, la solution la plus économique serait, pense-t-il, l'établissement d'un bassin de marée unique avec barrage de 300 mètres au travers du goulet d'entrée. La puissance moyenne développée correspondrait à 16.000 chevaux produits d'une manière continue et constante; le cheval-heure ne reviendrait qu'à la somme minime de 0 fr. 005.

En aménageant la baie de la Rochelle et le Marais-Perdu en un bassin de marée unique, on obtiendrait très facilement une puissance intermittente variant de 1.755 à 17.575 chevaux, le cheval-heure ressortant à 0 fr. 0113.

Pour avoir une puissance continue, il faudrait utiliser le Marais-Perdu comme bief et la baie comme bassin écoulant ses eaux dans le marais et dans la mer. L'installation, assez complexe, demanderait 850 francs par cheval, et le cheval-heure s'obtiendrait pour 0 fr. 0127.

Ces chiffres montrent que la captation de la force motrice des marées est possible dans de bonnes conditions. Et M. Maynard a pu calculer que la ville de la Rochelle, qui, avant la guerre, dépensait 120.000 francs par an pour l'éclai-

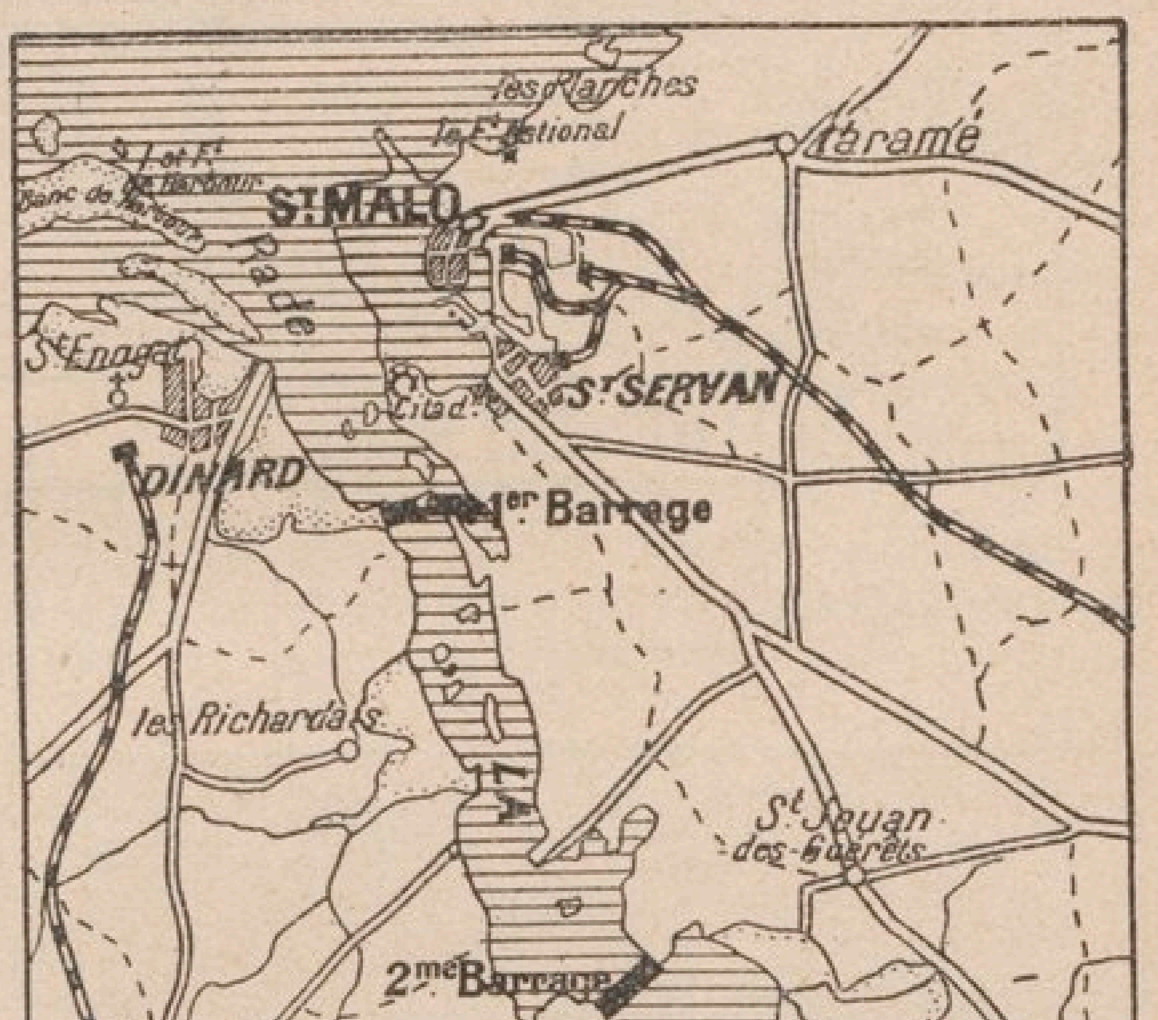


FIG. 10. — LES AMÉNAGEMENTS DE LA RANCE

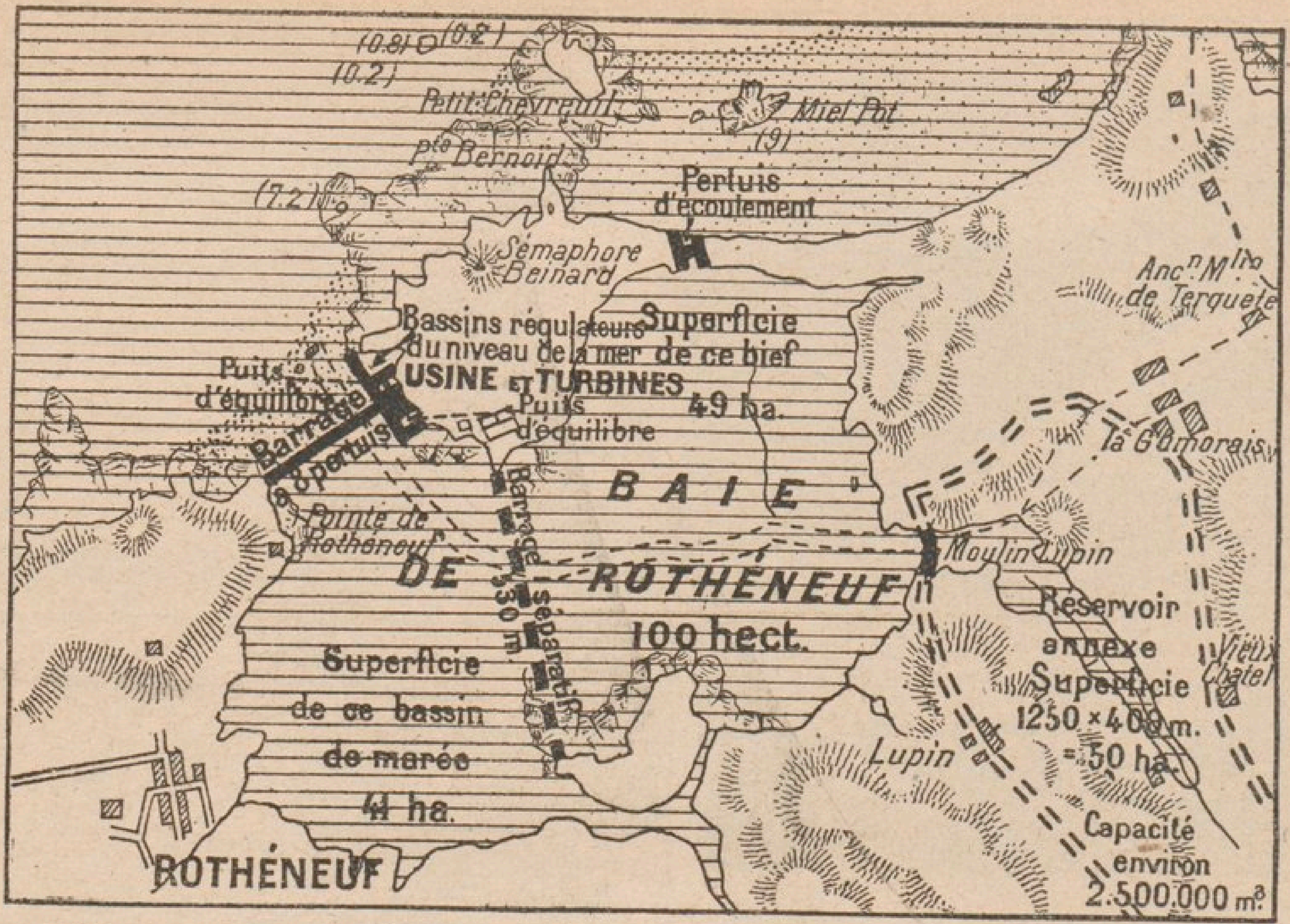


FIG. 11. — PROJET D'AMÉNAGEMENT DE LA BAIE DE ROTHÉNEUF (ILLE-ET-VILAINE)
Il s'agirait d'établir un bassin de marée unique au moyen d'un barrage au travers du goulet d'entrée. On pourrait obtenir ainsi une puissance moyenne de 16.000 chevaux.

VUE PHOTOGRAPHIQUE DE LA PARTIE GAUCHE DE LA BAIE DE ROTHÉNEUF
On voit le goulet où le barrage serait établi et dans le prolongement duquel serait construite une puissante usine munie de turbines. Le barrage comporterait huit pertuis.

rage de ses rues, ferait, par suite de cette captation d'énergie, une économie annuelle de 88.000 francs, ce qui n'est pas à dédaigner.

Dans le brevet pris en février 1918 par cet ingénieur, signalons l'idée très intéressante de petits bassins ou puits d'équilibre, dont le fond serait au niveau des plus basses mers, et dont les murs d'enceinte s'élèveraient au-dessus des plus hautes mers (voir la figure 12).

Ces puits ont pour but de réaliser une hauteur de chute constante pour le débit régulier des turbines, qui seraient alimentées toujours dans le même sens. L'eau suivrait un trajet en croix du bassin *l* par *p, e, h, i, t, s*, ou de la mer, *K*, par *o, d, h, i, f, r*.

Sur la Rance, près de Saint-Malo, la puissance fournie avec accumulation hydraulique correspondrait à 102.000 chevaux, les frais d'établissement s'élevant à 210 francs par cheval, Prix de revient du cheval-heure : 0 fr. 00273.

Enfin, rappelons que la force du vent peut être avantageusement utilisée sur le rivage, conjointement avec celle de la mer, d'après l'étude faite dans *La Science et la Vie*, n° 41.

Il nous paraît que ces courtes données suffisent à démontrer l'intérêt réel que présente l'utilisation de la houille bleue.

La capter, ce serait suppléer à une grande partie de la houille noire qui nous manque et empêcher la sortie de l'or français en faisant des achats de charbon à l'étranger.

Grâce à cette énergie, des usines qui sont privées de houille noire ou blanche s'installeraient sur les côtes où elles trouveraient en même temps de grandes facilités de transport. Du reste, la force produite, transformée en courant et transportée à distance, profiterait également aux régions de l'hinterland.

A Ploumanach (Côtes-du-Nord), un essai a été fait pour utiliser la marée. La force motrice a été employée pour faire de la glace, grâce à une machine qui en a produit 450 kilos en vingt-quatre heures. Le service, assuré par un seul homme, n'a nécessité qu'une dépense très minime.

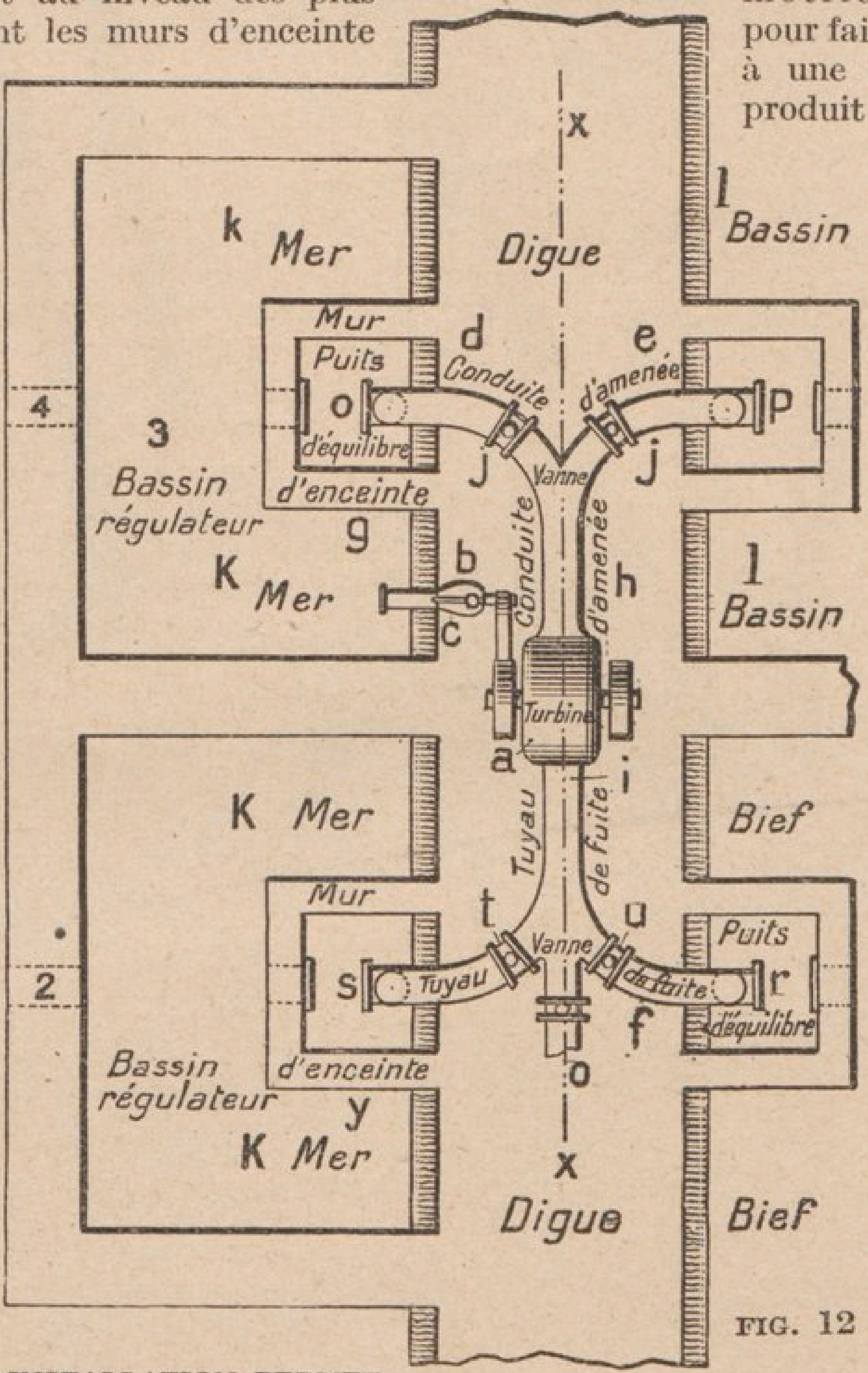


FIG. 12

INSTALLATION PERMETTANT D'OBTENIR UN DÉBIT RÉGULIER ET D'ALIMENTER LES TURBINES TOUJOURS DANS LE MÊME SENS

L'eau suivrait un trajet en croix du bassin l *par* p, e, h, i, t, s, *ou de la mer* K, *par* o, d, h, i, f, r.

Ce serait également le champ ouvert aux industries chimiques : préparation du chlore, des sels de sodium, utilisation de l'eau de mer électrolysée comme puissant désinfectant pour les villes, etc...

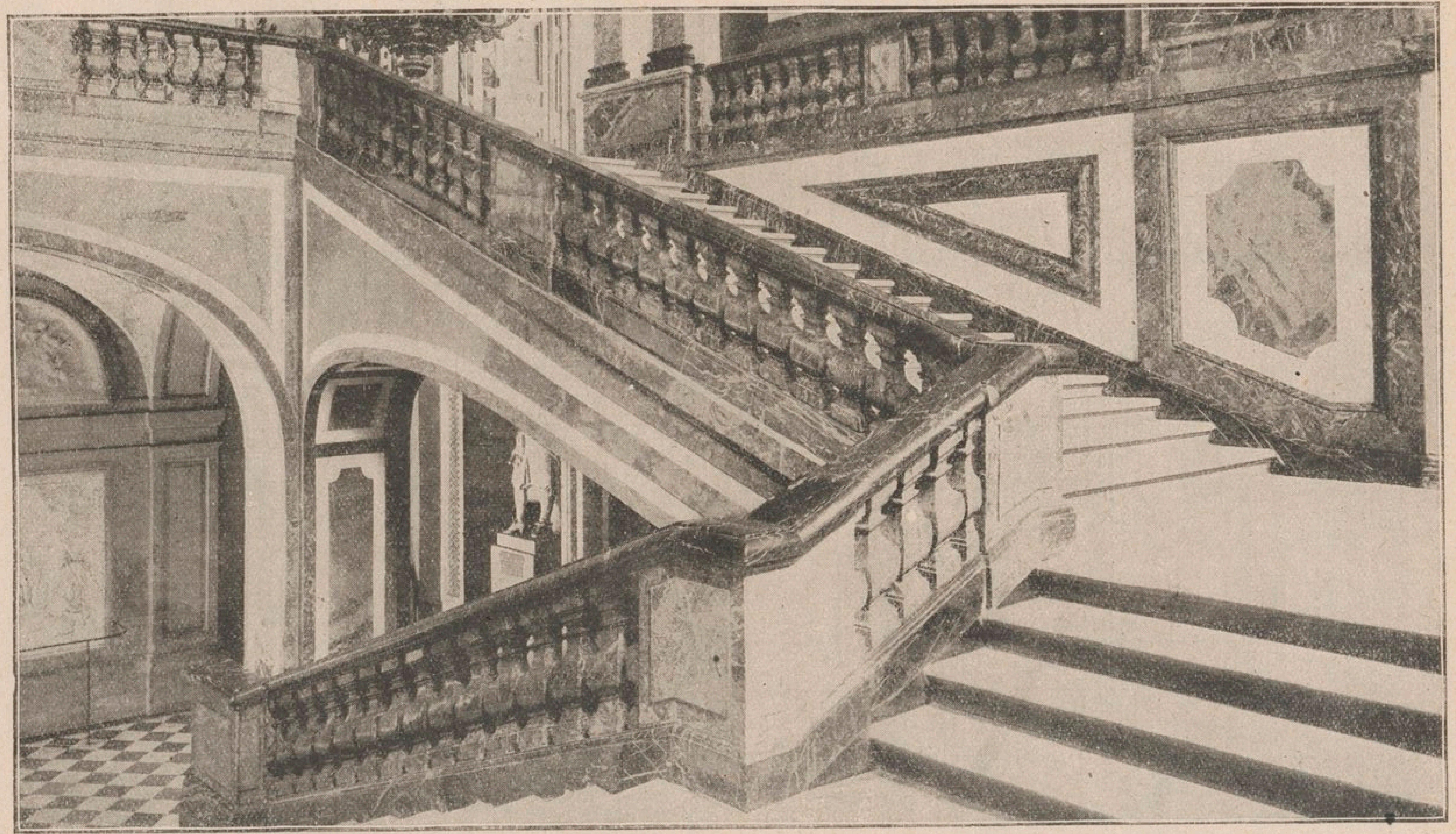
Voilà donc une question d'un intérêt primordial qui mérite de retenir l'attention. Notre pays est bien placé pour tirer parti de la mer, tant pour le transport que pour la production d'énergie. Profitons donc de notre situation et de nos côtes pour compenser, dans la plus large mesure qu'il nous sera possible, l'insuffisance de nos mines et celle de nos ports.

Mais il faut pour cela simplifier les démarches qu'on est obligé de faire dans trois ministères pour obtenir l'autorisation de créer une installation, et, d'autre part, c'est en réunissant les efforts jusqu'à présent éparpillés qu'on arrivera à la meilleure solution de ce grand et fructueux problème.

J. CLAMENS.

Nous devons à l'obligeance de *La Revue générale d'électricité* le plus grand nombre des figures qui illustrent cet article.

L'ESCALIER DE LA REINE AU PALAIS DE VERSAILLES



Les marches de cet escalier, les balustrades, le limon et les panneaux du mur d'échiffre sont en marbre de tons variés du plus bel effet. L'escalier de la Reine a deux paliers de repos. Le limon arqué montre la façon dont on peut soutenir la seconde rampe d'un escalier suspendu.

LES ESCALIERS CÉLÈBRES ET LEUR TECHNIQUE ARCHITECTURALE

par Achille LAUMAUNIER

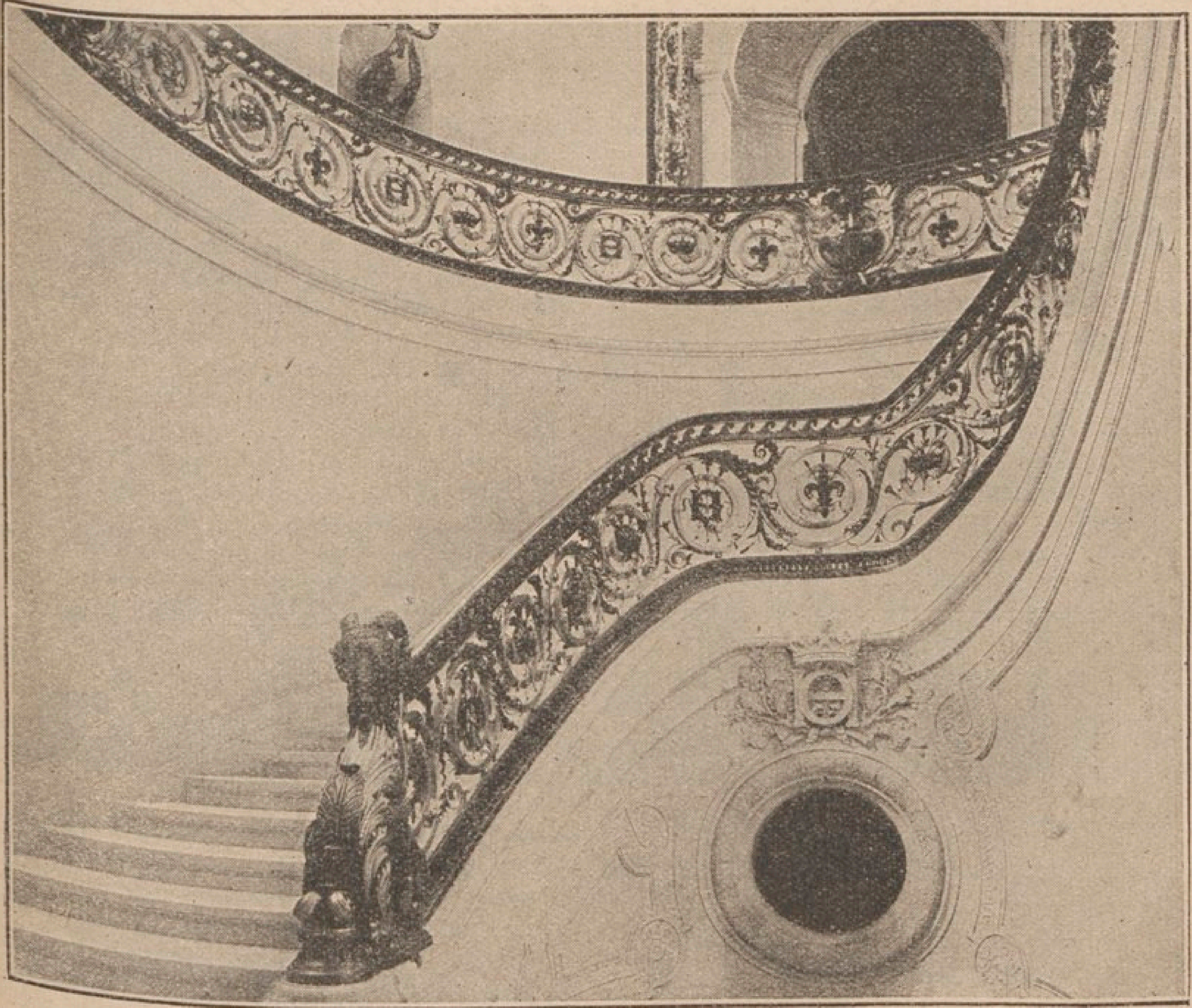
Il nous a paru intéressant de rapprocher dans une même étude, la technique des constructions et les principes de décoration qui régissent l'architecture des escaliers monumentaux en pierre, si nombreux dans les palais anciens et les modernes.

Donnons, tout d'abord, l'explication de certains termes techniques qui se retrouveront fréquemment au cours de cet article.

On distingue, dans une marche d'escalier, la partie verticale ou *contre-marche* et la surface horizontale ou *giron*, c'est-à-dire la partie sur laquelle on pose le pied.

D'une façon générale, l'escalier est soutenu par un massif en maçonnerie et par deux *murs d'échiffre*, dans lesquels vont s'encastrer les extrémités des marches.

Quand une personne gravit un escalier, elle décrit une ligne parallèle au mur d'échiffre et située vers le milieu des marches ; c'est la *ligne de foulée* ; la main s'appuie sur la portion de la rampe, toujours lisse ou



L'UN DES PLUS BEAUX ESCALIERS DU PALAIS DE CHANTILLY

Cet escalier, à jour, descend vers la salle des Archives. Le limon, qui sert de socle, a une magnifique rampe en fer forgé; il est lui-même porté par un mur tournant appelé tympan.

polie, qui porte le nom de *main courante*.

Les proportions de l'escalier devant concorder assez exactement avec la marche ascensionnelle des personnes qui le gravissent, il existe, entre la longueur l ou giron et la hauteur h ou contre-marche, la relation suivante : $l + 2\ h = 0$ m. 64.

En effet, dans la marche ordinaire sur le terrain plat où $h = 0$, la mesure moyenne du pas humain est $l = 0$ m. 64.

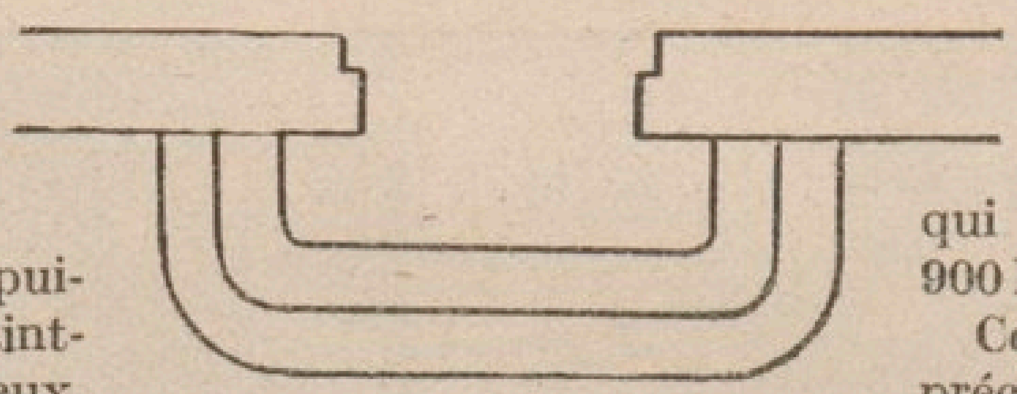
L'emmarchement ou longueur des marches dans l'escalier ordinaire permet à un homme au plus de le gravir sans qu'il soit gêné par les murs d'échiffre. Mais dans les escaliers monumentaux, auxquels nous nous attacherons principalement, la longueur des marches est bien plus considérable.

La construction des escaliers monumentaux en pierre nécessite des matériaux de premier ordre, choisis avec un grand soin.

Dans les châteaux de France, on a beaucoup employé le *liais* et le *cliquart*, pierres calcaires extrêmement dures et à grain très fin que l'on exploite dans l'est et dans le sud du bassin de Paris.

Au XVII^e siècle, on épuisait les carrières de Saint-Jacques et des Chartreux.

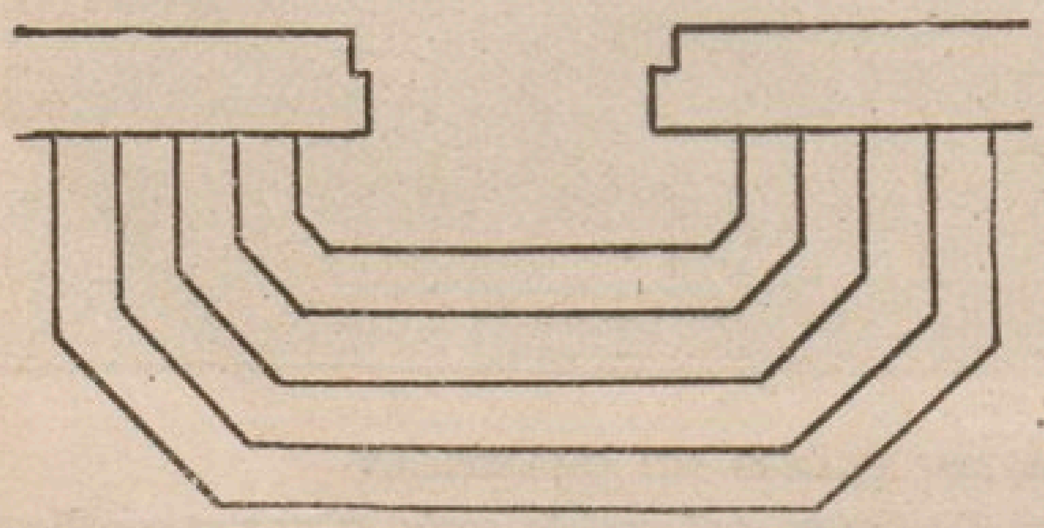
La construction du Panthéon a utilisé les derniers liais et cliquarts du banc de la Plaine. Ces pierres ont une résistance à l'écrasement qui varie de 300 à 500 kilos par centimètre carré et leur taille est assez pénible.



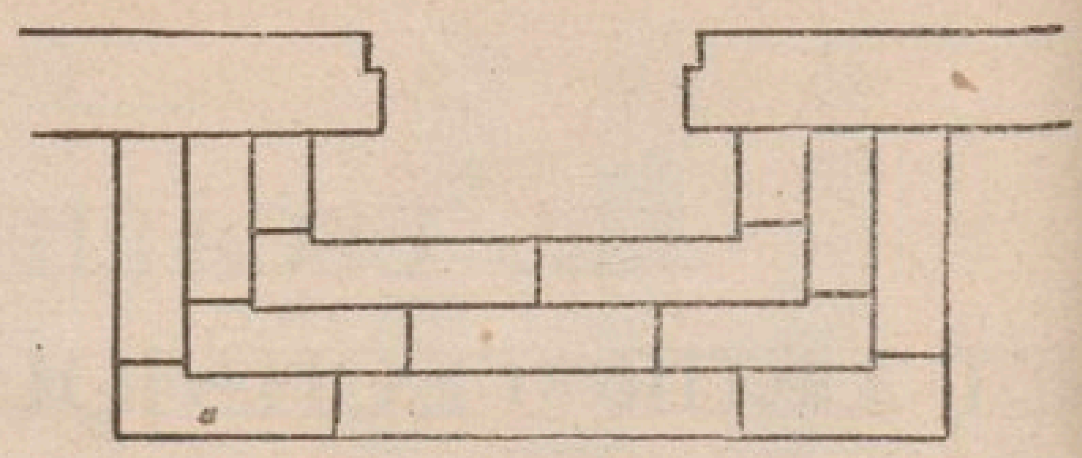
PERRON A ANGLES ARRONDIS

Mais comme elles deviennent très rares, on emploie aujourd'hui d'autres roches calcaires désignées sous le nom de *pierres froides*, qui viennent de l'Yonne, de Seine-et-Marne et surtout de la Bourgogne.

Le *calcaire de Saint-Ylie*, dans le Jura, est très employé pour la construction des monuments de Paris. Cette pierre prend bien le poli et sa résistance à l'écrasement dépasse 800 kilos par centimètre carré ; malheureusement, à cause de sa provenance lointaine, la pierre de Saint-Ylie est très chère :



PERRON A JOURS A 45 DEGRÉS



PERRON ORDINAIRE

le prix d'un mètre cube rendu à Paris étant déjà, avant la guerre, de 100 francs environ.

Les cathédrales et toutes les constructions gothiques d'Angleterre — notamment l'abbaye de Westminster — de l'Allemagne et du nord de la France sont bâties avec la *pierre de Caen*, roche calcaire composée de petits grains arrondis rappelant à s'y méprendre la forme des œufs de poisson, et appelée pour cette raison calcaire oolithique.

La résistance à l'écrasement de cette pierre n'est que de 200 kilos par centimètre carré.

Le *travertin*, très exploité en Italie, est estimé pour sa dureté et pour sa résistance, qui atteint souvent près de 900 kilos par centimètre carré. Cette roche, formée par la précipitation du calcaire dans certaines sources analogues aux sources actuelles de Saint-Alyre, contient souvent des empreintes de fleurs, de feuilles et d'animaux.

On exploite dans le bassin de Paris les travertins de Sézanne et de Champigny.

Dans le nord de la France (Boulonnais, Ardennes), dans la Belgique, la Pologne et la Bohême, on utilise les *pierres bleues*, calcaires, susceptibles d'un beau poli.

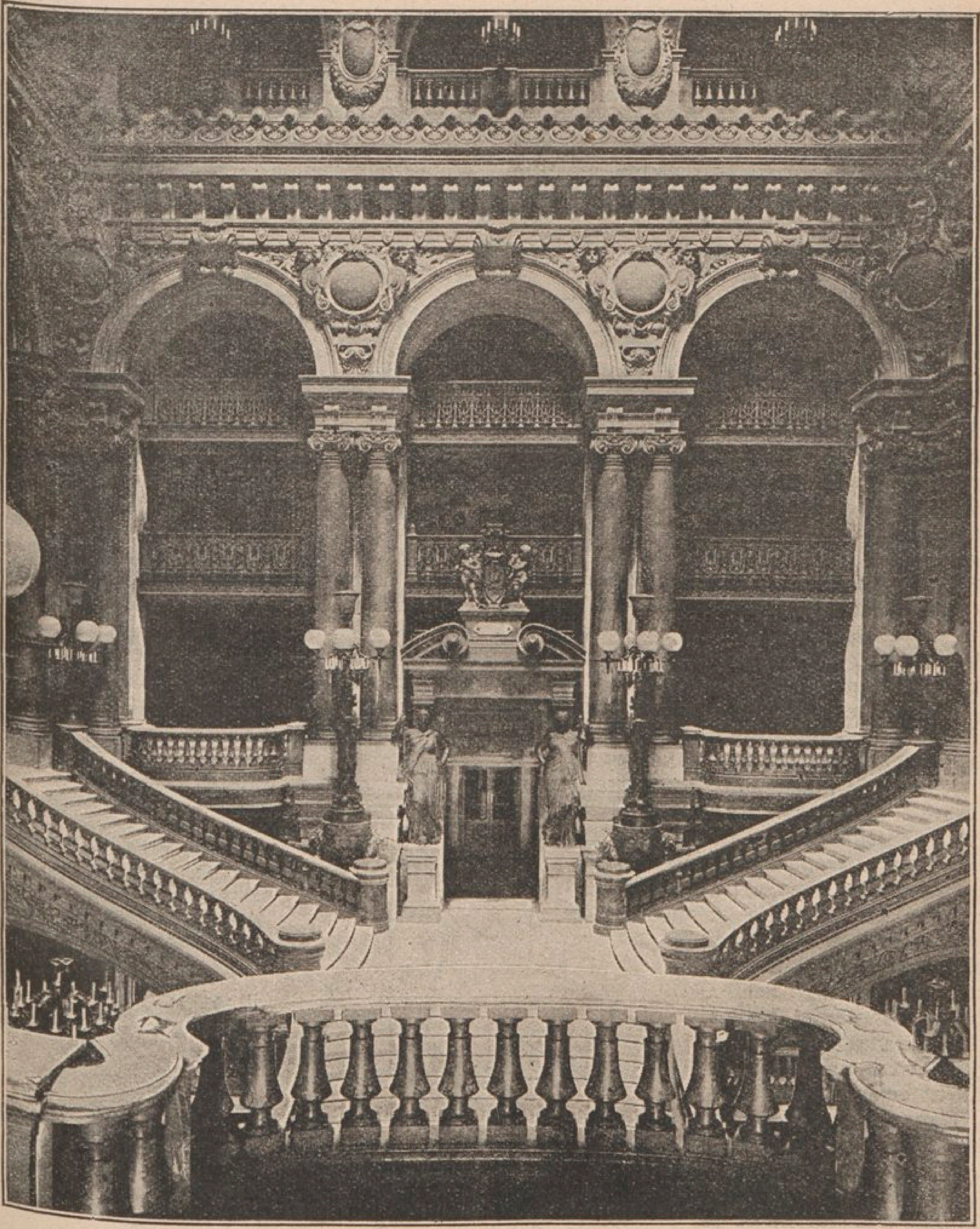
En Auvergne, les escaliers sont sculptés à même dans la *lave de Volvic*, roche volcanique remarquable par sa grande résistance (900 kilos par centimètre carré).

Dans les pays où la pierre est rare et chère, l'escalier est exécuté en *limousinerie*, maçonnerie de pierrailles et de ciment. L'arête de la marche, ou nez, se trouve alors renforcée par une *cornière* en fer doublée d'un fer demi-rond, qui la rend beaucoup moins coupante.

Les *perrons* donnent accès aux rez-de-chaussée surélevés des édifices ; le plus souvent l'arête des marches est parallèle à la façade. La marche supérieure constitue le palier proprement dit du perron.

Les marches, dont les extrémités sont encastrées dans les murs d'échiffre, reposent surtout sur un massif en maçonnerie.

Souvent, le perron présente un si grand



ASPECT GÉNÉRAL DU GRAND ESCALIER DE L'OPÉRA, A PARIS

Cet escalier suspendu atteint des proportions remarquables; sa cage embrasse plusieurs étages de galeries. C'est un des plus magnifiquement décorés qui existent dans le monde entier.

emmarchement qu'il est impossible de tailler les marches d'une seule pièce ; on est obligé de les composer avec plusieurs pierres.

Les marches rejoignent la façade de l'édifice par un retour dont l'angle est arrondi. Le raccord peut aussi être effectué par un pan coupé à 45°. Dans les perrons qui n'ont pas de retour, les murs d'échiffre décrivent un demi-arc en dehors, et l'escalier prend une forme évasée extrêmement élégante.

Enfin, certains perrons présentent leurs marches perpendiculairement à la façade. On

les scelle de 20 centimètres dans le mur de l'édifice et on encastre l'autre extrémité dans le mur d'échiffre, qui est alors unique.

Le seuil du rez-de-chaussée étant quelquefois très élevé, on combine les formes précédentes en des directions successives, avec des paliers de repos. L'ensemble constitue un perron monumental de très grand effet.

Les *escaliers extérieurs* donnent accès au premier étage, qui était, dans la demeure seigneuriale, réservé à l'habitation, tandis qu'un simple perron conduit aux salles d'armes et de fêtes du rez-de-chaussée.

Les marches sont accolées d'un côté au bâtiment, de l'autre au mur d'échiffre unique où leur tête est soulignée par une moulure. Les escaliers extérieurs sont souvent protégés par un comble en bois ou par une voûte en pierre, mais ceux qui donnent accès aux chemins de ronde des fortifications du moyen âge sont entièrement découverts. Ils reposent sur un massif plein ou sur des arcs et ils n'ont pas de balustrade.

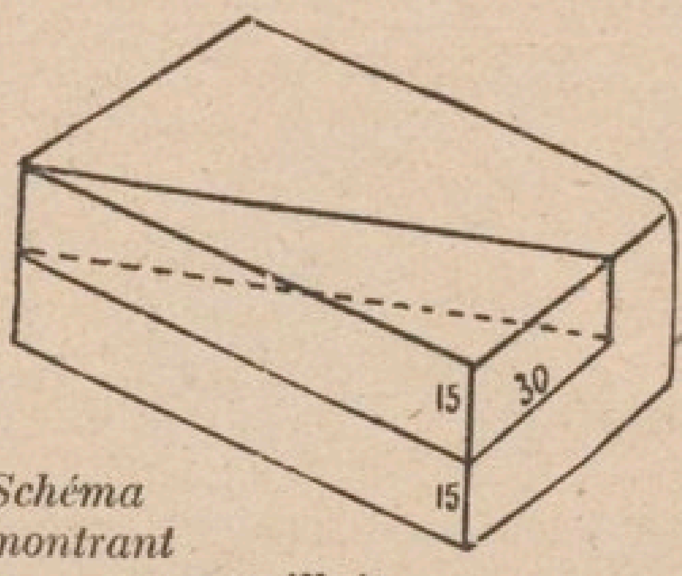


Schéma montrant comment on taillait les marches de l'escalier ci-dessous.

On réserve le nom de rampes aux escaliers à pente très douce qui menaient aux fortifications et aux jardins établis en terrasse.

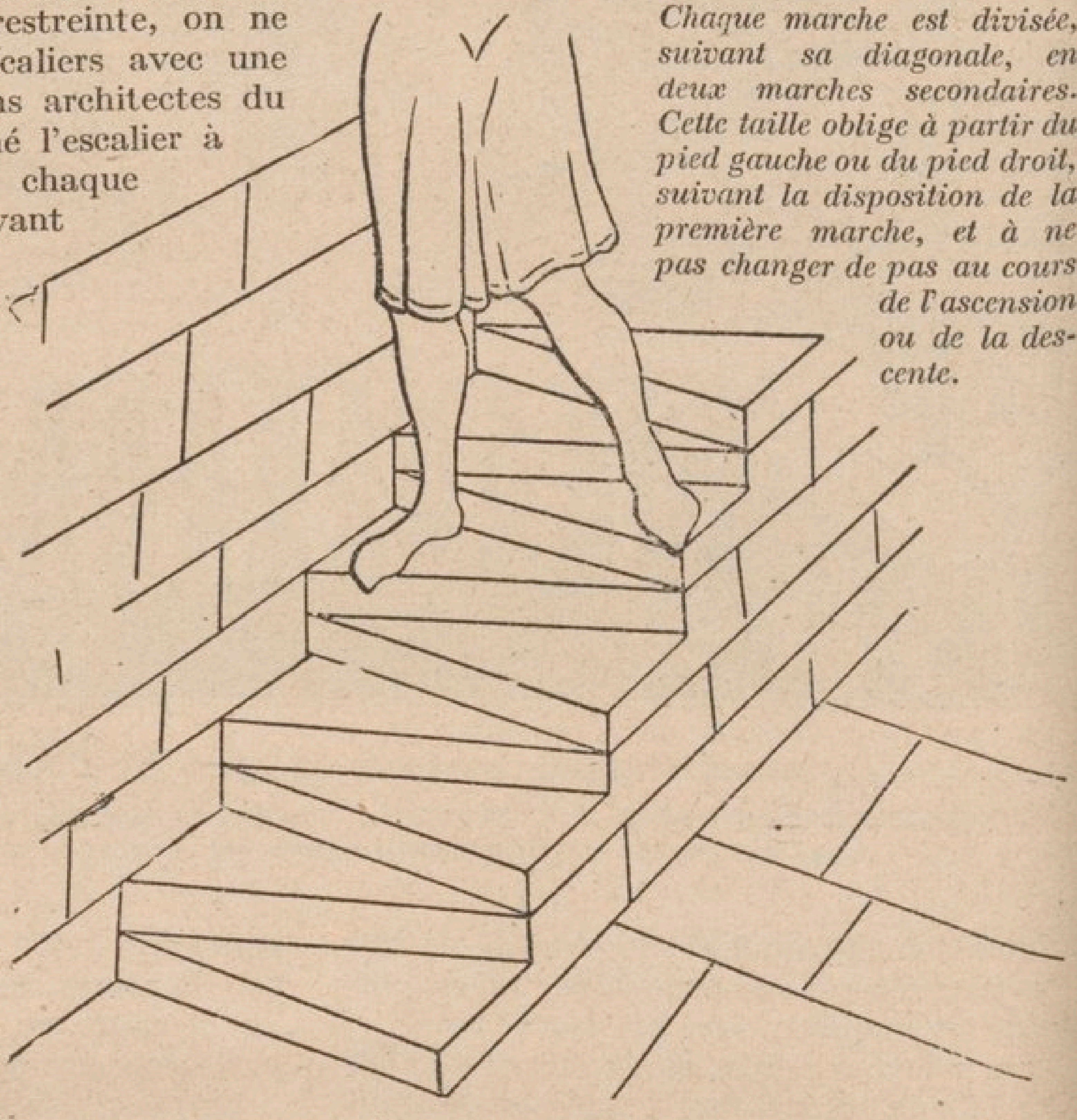
Quand la place était restreinte, on ne pouvait construire des escaliers avec une pente aussi douce. Certains architectes du moyen âge avaient imaginé l'escalier à quarante-cinq degrés, dont chaque marche était divisée suivant sa diagonale en deux marches secondaires, à giron triangulaire. La première taille des pierres donnait des marches dont le giron et la contre-marche mesuraient environ 0 m. 30.

Dans cet état, l'escalier était dangereux et pénible à gravir, mais une seconde taille, découpant un bloc de base triangulaire et de 0 m. 15 d'épaisseur, donnait deux marches de 0 m. 15 de hauteur. La montée de cet escalier était très rapide, mais, détail amusant, il fallait partir du pied droit ou du pied gauche, suivant la disposition de la première marche, et il était impossible de changer de pas au cours de l'ascension ou de la descente. Un petit escalier de ce genre existe encore dans le transept de Notre-Dame de Paris.

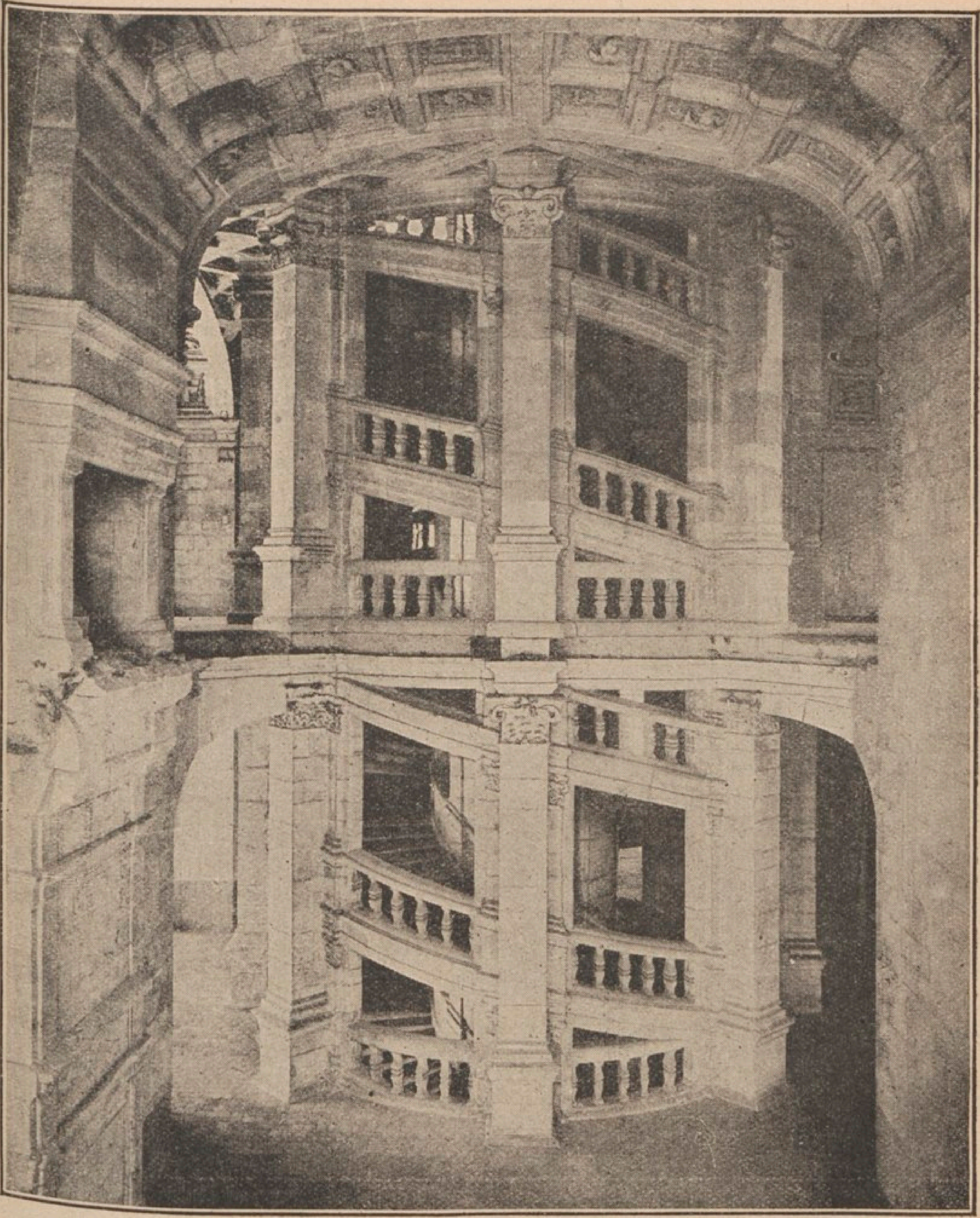
Le plus simple et le plus ancien des escaliers intérieurs est l'escalier bâti entre deux murs. Les marches, portées par l'extrados d'une voûte rampante, ne sont pas emboîtées dans les murs d'échiffre. Au cours de l'édification des murailles, on faisait avancer plusieurs assises de maçonnerie de manière à constituer un corbeau, sur lequel on posait la tête de la marche. Ainsi, chaque marche reposait par ses deux extrémités sur deux corbeaux symétriques et portait, sur toute sa longueur, de quelques centimètres sur la précédente. Puis on voûtait la face inférieure de l'escalier. Les voûtes en berceau, ou voûtes en demi-cercle, étaient couvertes de peintures et de sculptures.

Quand la hauteur à franchir était peu considérable, on supprimait la voûte rampante et la surface inférieure des marches était taillée pour former un plafond.

La taille des marches variait selon le rôle et la solidité de l'escalier à construire.

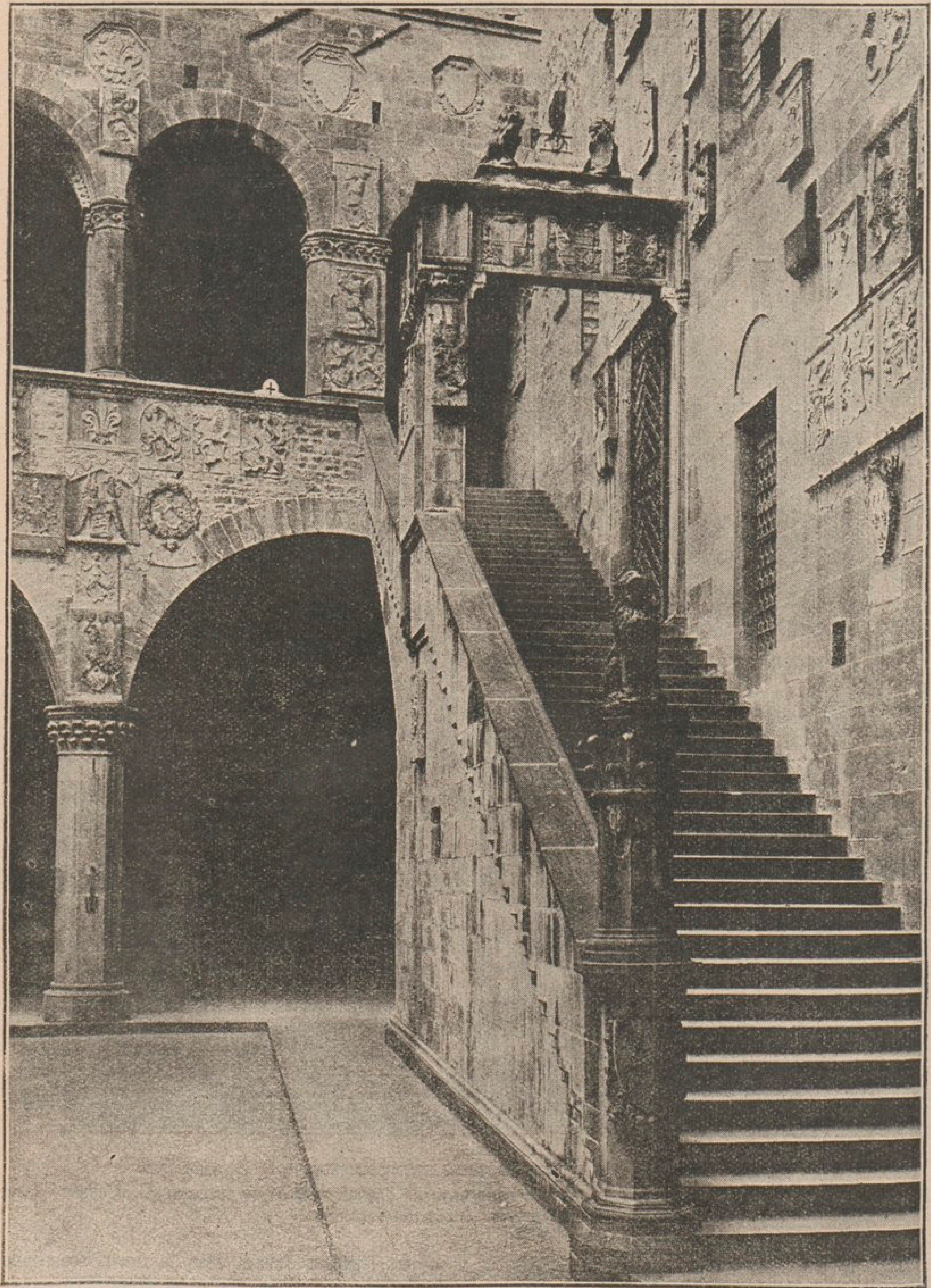

Chaque marche est divisée, suivant sa diagonale, en deux marches secondaires. Cette taille oblige à partir du pied gauche ou du pied droit, suivant la disposition de la première marche, et à ne pas changer de pas au cours de l'ascension ou de la descente.

TYPE CLASSIQUE D'ESCALIER EXTÉRIEUR A 45 DEGRÉS



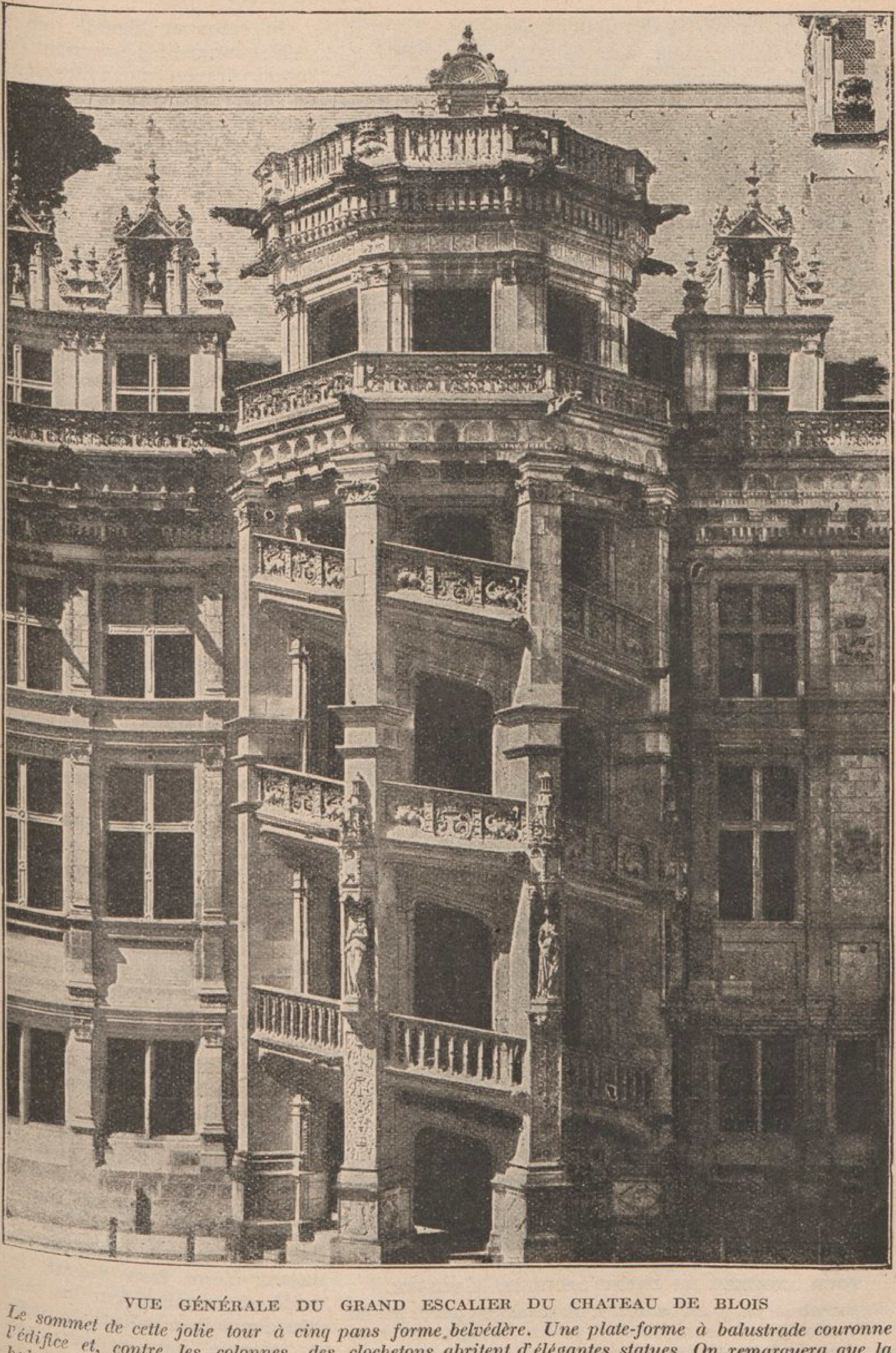
GRAND ESCALIER A DEUX RAMPES DU CHATEAU DE CHAMBORD
Par les grandes baies, on aperçoit la surface rampante de l'escalier et le noyau sculpté et ajouré dans lequel s'élève l'escalier à vis du belvédère.

Quand un escalier contenu entre deux murs tourne sur lui-même de façon à décrire une hélice, il prend le nom d'*escalier à vis* ou en limaçon. Au moyen âge, on n'employait que le mot vis pour désigner ce type d'escalier. Un des murs d'échiffre est remplacé par un cylindre plein en pierre de taille appelé *noyau*. Autour de cet axe, la main courante s'enroule en hélice. Le mur d'échiffre extérieur, percé de baies, figure une tour. Une voûte rampante en spirale, bâtie en moellons, soutient les marches ; elle s'appuie d'une part sur le noyau de l'escalier et, d'autre part, sur un parement du mur circulaire.



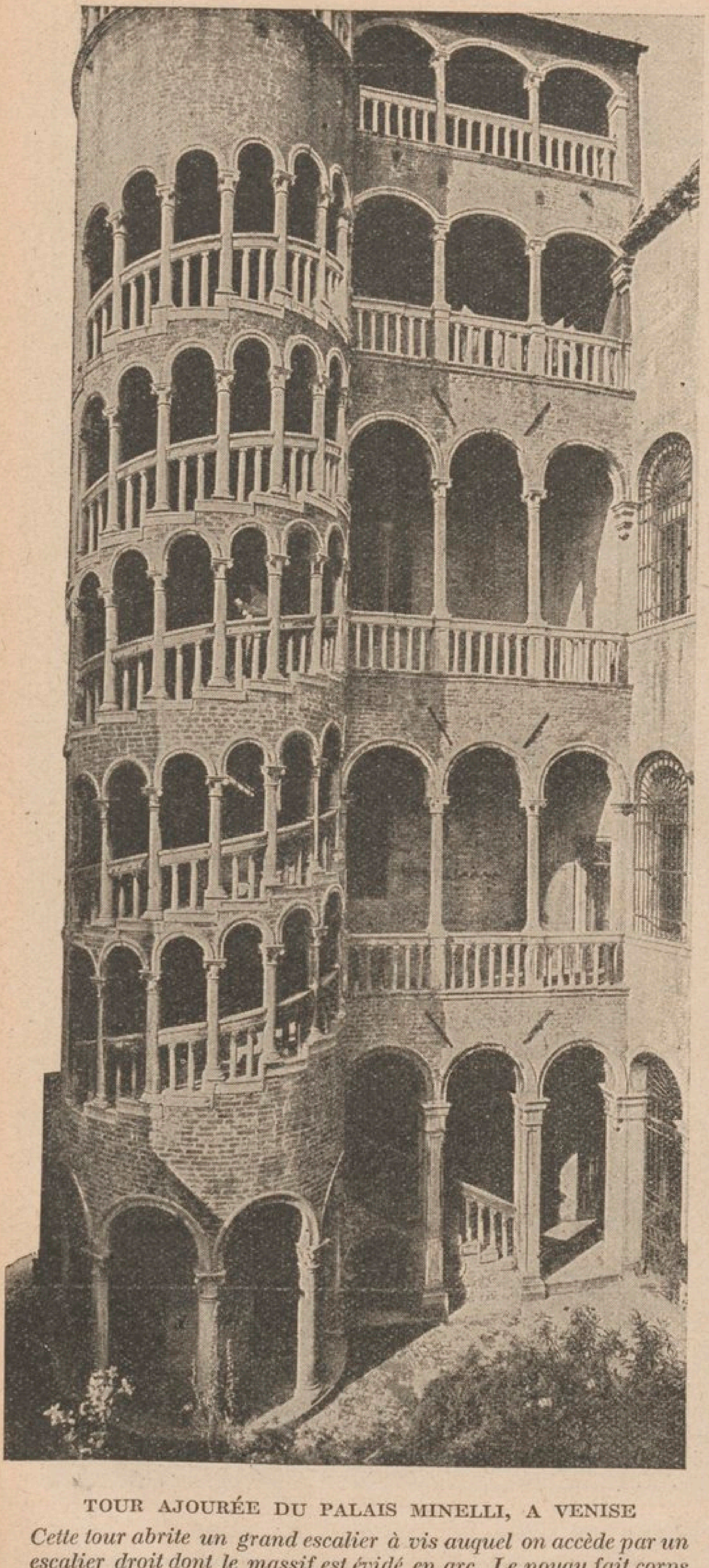
ESCALIER EXTÉRIEUR DU PALAIS BARGELLO, A FLORENCE

Cet escalier, qui date de 1367, donne accès aux galeries du premier étage (on a fait du palais Bargello un musée national). Il repose sur un massif plein et le palier de repos est décoré d'une porte monumentale dont on voit la grille, en fer forgé, rabattue contre le mur. Une moulure souligne l'emboîtement des marches dans le mur d'échiffre.



VUE GÉNÉRALE DU GRAND ESCALIER DU CHATEAU DE BLOIS

Le sommet de cette jolie tour à cinq pans forme belvédère. Une plate-forme à balustrade couronne l'édifice et, contre les colonnes, des clochetons abritent d'élégantes statues. On remarquera que la balustrade des deux spires supérieures de l'escalier est sculptée différemment de celle de la première spire et de la balustrade du belvédère qui surmonte le tout.



TOUR AJOURÉE DU PALAIS MINELLI, A VENISE

Cette tour abrite un grand escalier à vis auquel on accède par un escalier droit dont le massif est évidé en arc. Le noyau fait corps avec chaque marche. On aperçoit dans le bas de la tour un énorme pilier en maçonnerie, qui sert de soutien à la première volée. L'ensemble de cet ouvrage est des plus élégants.

On reconnut bientôt que les voûtes rampantes pouvaient être supprimées; on trouva plus simple de tailler le noyau et la marche dans le même bloc. Mais dans l'escalier à vis monumental, on construit le noyau séparément et on réserve dans la pierre un encastrement pour les marches. Une moulure à hauteur d'appui, ou cimaise, porte la main courante et tout le haut du noyau est décoré de panneaux verticaux.

Les architectes du moyen âge, utilisant les tours d'escaliers à vis pour la décoration des façades, leur donnèrent des proportions grandioses et imaginèrent dans l'art de les construire de savantes combinaisons. Généralement, ces tours occupaient les angles des édifices ; les baies, très grandes, étaient séparées par des colonnes en pierre et par des panneaux pleins. L'escalier s'ouvrait sur de larges galeries correspondant aux différents étages.

Les noyaux creux ou ajourés contenaient souvent un second escalier à vis réservé pour l'accès direct aux terrasses et au belvédère. L'escalier d'honneur avec son mur ajouré circonvolutait autour de ces noyaux. Ou bien la même vis était à double révolution, en sorte que la personne qui montait ne pouvait pas apercevoir celle qui descendait.

La surface rampante était elle-même un prétexte à décoration. Dans l'escalier à vis de Saint-Gilles, elle est remplacée par une voûte annulaire qui monte en spirale ; la construction de cette voûte fut un problème des plus compliqués à cause des mauvaises conditions de stabilité et, de plus, elle fut très coûteuse; aussi les chroniqueurs du temps la décrivent-ils comme une merveille d'architecture extrêmement rare.

Dans les escaliers à cage de grands diamètres, le noyau menaçant d'être trop massif, fut évidé et remplacé par un petit mur circulaire à balustrade pleine ou ajourée qui supporte des colonnes ; c'est pourquoi on les a appelés vis à jour sur colonnes.

Les escaliers à quartiers tournants, dont le noyau figure en section une ellipse très aplatie, sont extrêmement pénibles à gravir parce que leur lente révolution augmente considérablement le nombre des marches, sans qu'il soit possible d'intercaler un ou plusieurs paliers de repos.

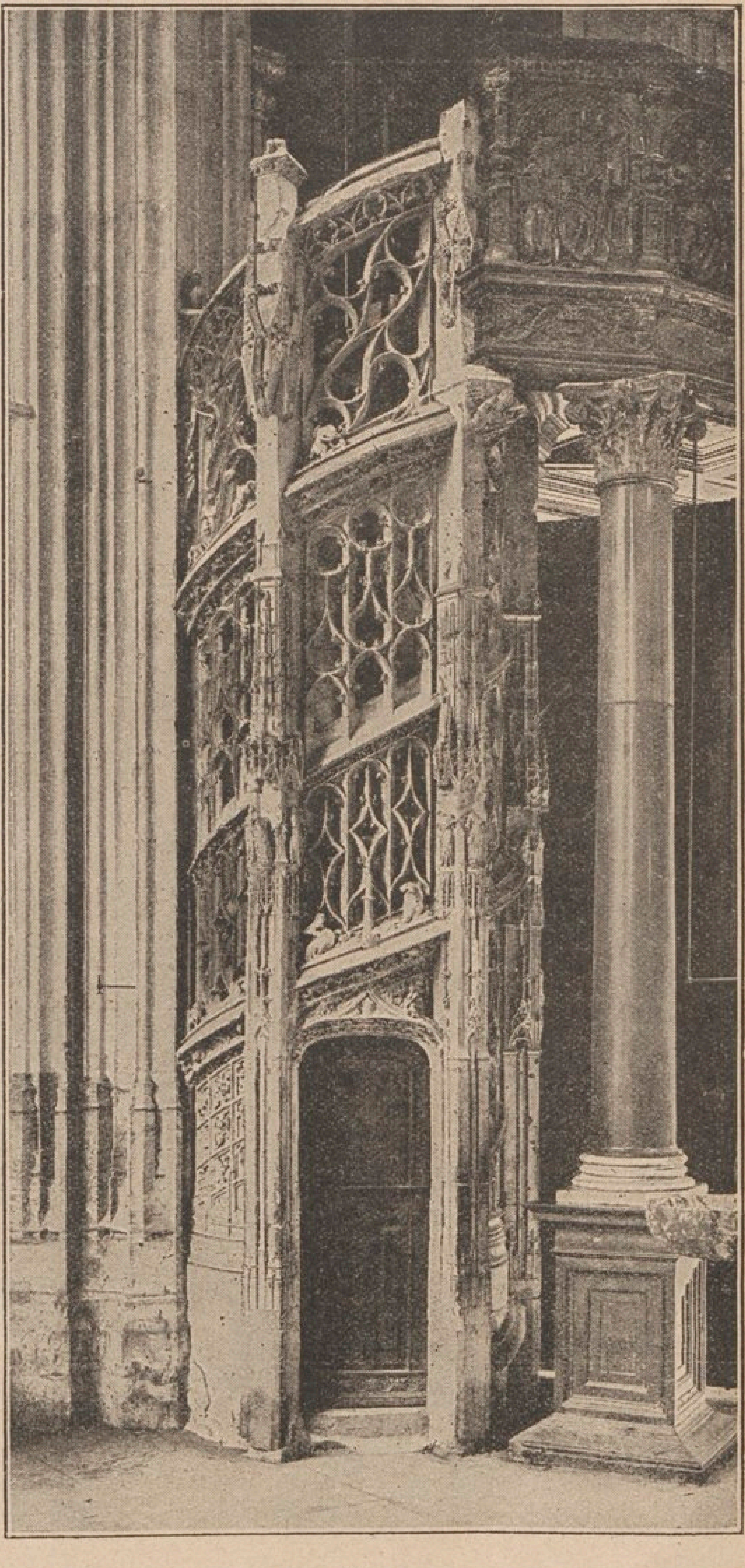
L'escalier suspendu tourne à l'intérieur d'une cage spacieuse ; la partie centrale qui reste vide prend le nom de *jour*. Dans ces sortes d'escaliers, on soutient la marche en encastrant une extrémité dans le mur de la cage ; et le poids de la marche elle-même, qui repose sur la précédente, fournit le complément de stabilité. L'escalier est limité du côté du jour par un petit mur appelé *limon* dans lequel s'engage la tête de chaque marche. Le limon porte une rampe en fer délicatement forgé ou une balustrade en pierre.

Si les étages sont élevés, on intercale dans la volée (ensemble des marches d'un étage) un ou plusieurs paliers de repos.

Les volées des escaliers, voûtées en encorbellement, sont soutenues par un demi-berceau. Les paliers d'angle reposent sur des voûtes en arc de cloître ou sur des portions coniques de voûte en encorbellement qu'on appelle *trompes*.

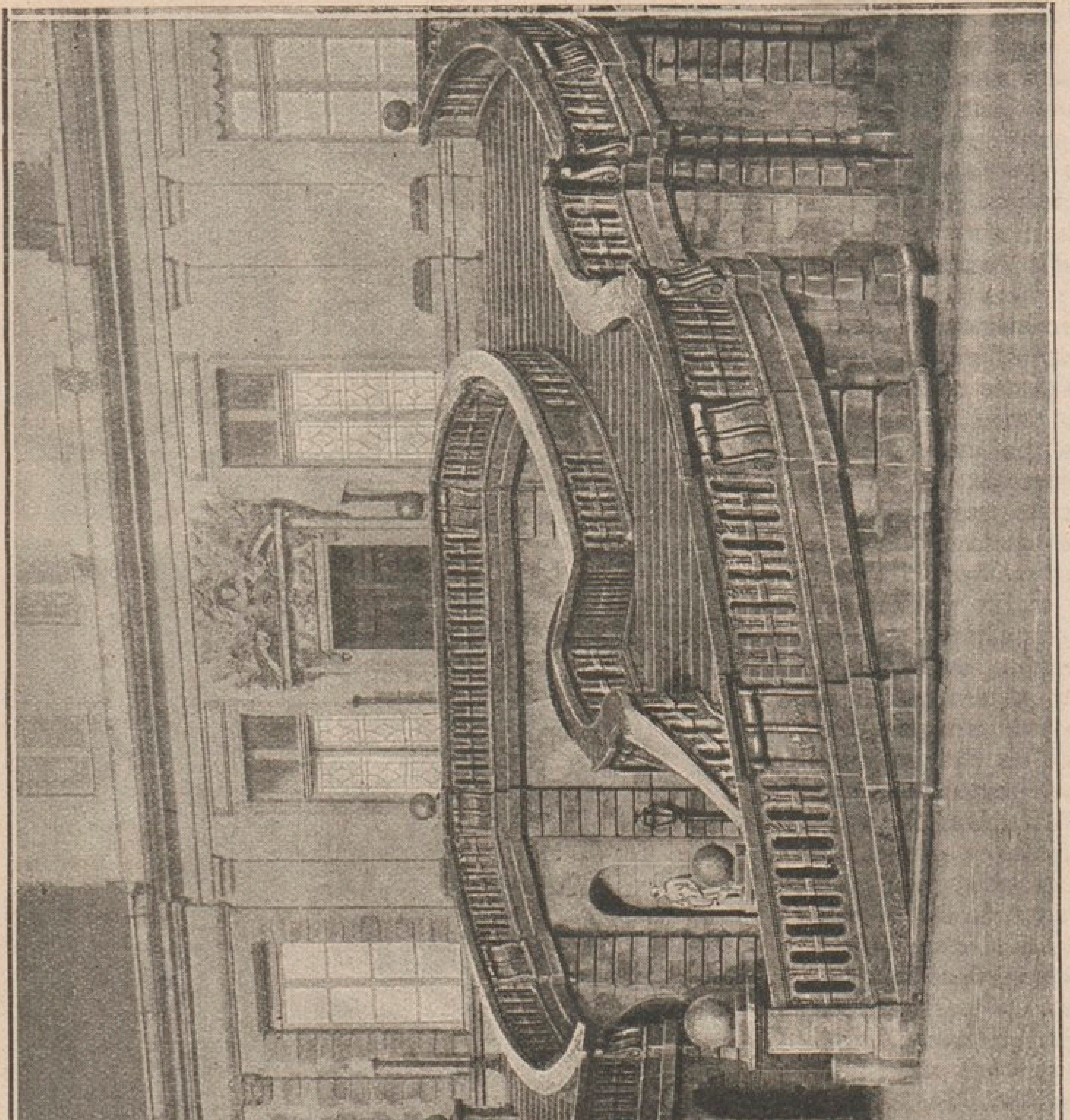
Au XVIIe siècle, on faisait porter les volées et les paliers par des limons en forme d'arcs qui s'appuyaient sur le mur de la cage. Les volées de l'escalier à jour se succèdent à angle droit et chaque angle est occupé par un large palier; la cage d'escalier est alors carrée ou rectangulaire et elle s'éclaire à chaque étage par de grandes baies ouvertes sur la façade de l'édifice.

Dans les monuments antiques, particulièrement à Rome, l'escalier ne paraît pas avoir été un prétexte à décoration monumentale, comme il l'est dans les temps modernes. On satis-



ESCALIER DES ORGUES DE L'ÉGLISE SAINT-MACLOU, A ROUEN

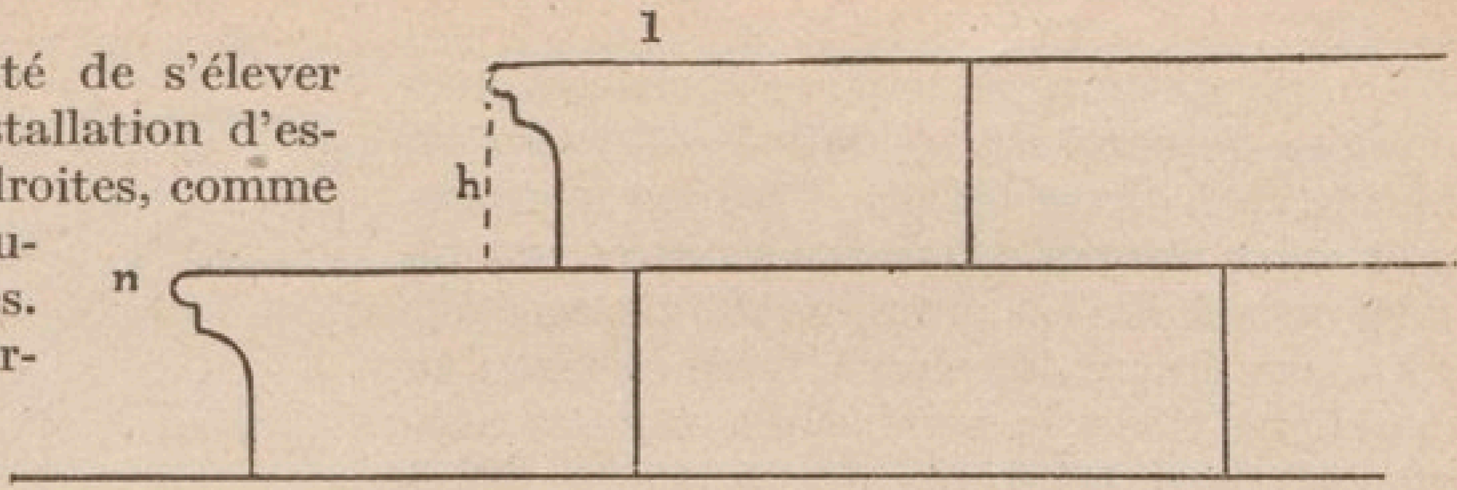
Le mur d'échiffre en forme de tour qui soutient cet escalier à vis est ajouré et sculpté comme un véritable joyau d'orfèvrerie, et l'on peut dire aussi qu'il est une des plus belles et plus pures œuvres qu'ait produites l'art gothique français. C'est le bijou, admiré de tous les touristes, de la capitale de la Normandie.



PALAIS DE FONTAINEBLEAU : LE FAMEUX ESCALIER DIT DU FER-A-CHEVAL, DANS LA COUR DU CHEVAL-BLANC

Construit par Philibert Delorme, premier architecte du roi Charles IX, puis reconstruit, un peu plus tard, par le Primatice, l'escalier du Fer-à-Cheval fut encore rebâti et agrandi par Androuet du Cerceau, sous Louis XIII. C'est un grand perron à double courbe, soutenu par des arcades qui permettent le passage des voitures.

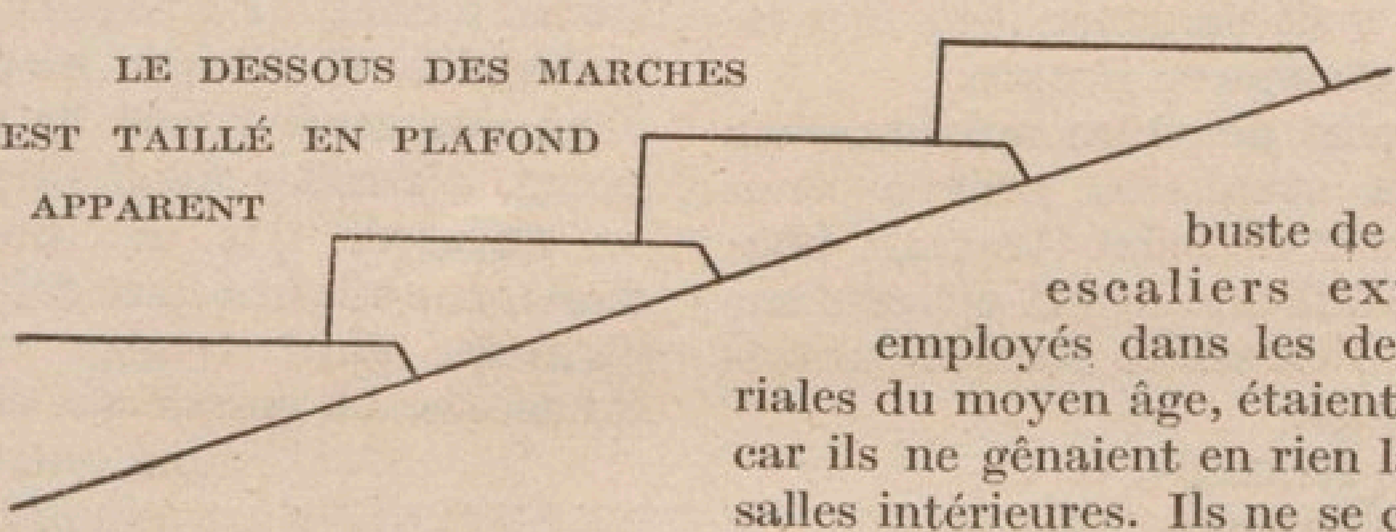
fait simplement à la nécessité de s'élever d'un étage à l'autre par l'installation d'escaliers très simples à rampes droites, comme le montrent les ruines des monuments pélasgiques et étrusques.



CROQUIS D'UN ESCALIER
1, *giron.* — h, *contremarche.* — n, *arête ou nez.*

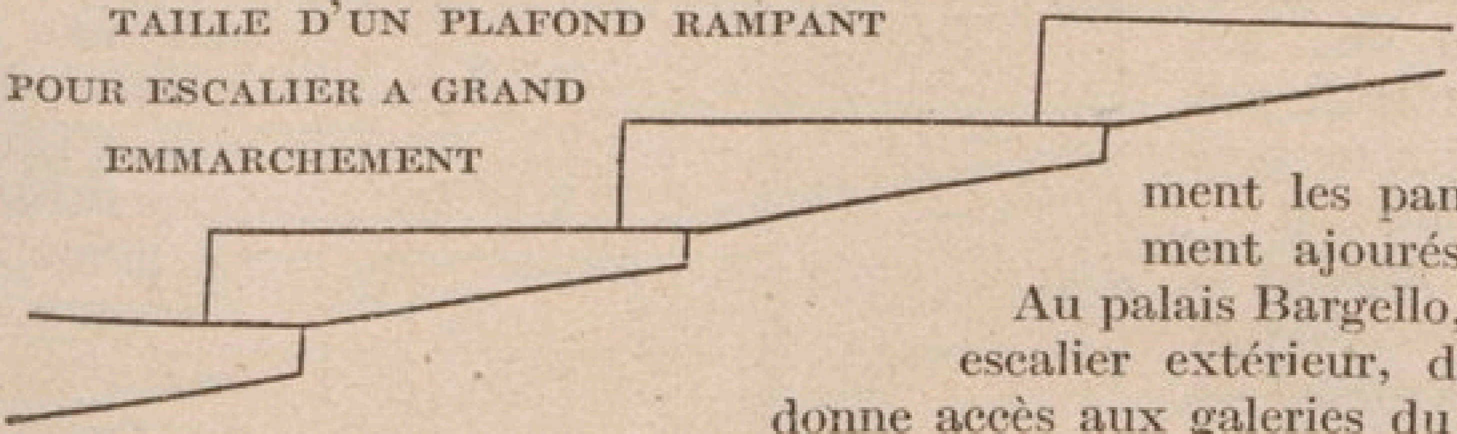
L'effort décoratif porte surtout sur les proportions gigantesques de la construction. L'acropole de Sypile, le temple de Korsabad et les jardins de Babylone avaient des escaliers monumentaux en pierre. Les rampes de l'orangerie, à Versailles, qui comptent trois cents degrés de 20 mètres d'emmarchement, nous donnent une faible idée de ces constructions colossales.

L'Italie eut la première, dans le monde moderne, le goût des beaux édifices et fit de l'escalier un sujet d'architecture des plus variés.



LE DESSOUS DES MARCHES EST TAILLÉ EN PLAFOND APPARENT

L'escalier des Géants, construit au XV^e siècle dans la cour du palais des Doges, à Venise, est un perron de grand emmarchement construit avec des marbres précieux. Le dessin en est très simple, mais les murs d'échiffre, la rampe et les contre-marches sont chargés de sculptures. Il doit son nom aux deux statues géantes de Mars et de Neptune, placées tout en haut de l'escalier.



TAILLE D'UN PLAFOND RAMPANT POUR ESCALIER A GRAND EMMARCHEMENT

Le grand escalier de la cour du Cheval-Blanc, au château de Fontainebleau, est un perron à double courbe. Il fut bâti par Philibert Delorme, premier architecte du roi Charles IX ; ce dernier le fit abattre peu après et reconstruire par le Primatice, alors son favori. Ce fut Androuet du Cerceau et non Lemercier qui, sous Louis XIII, rebâtit sur le même dessin, mais en l'agrandissant, ce fameux escalier aujourd'hui désigné sous le nom d'escalier du Fer-à-Cheval.

Il est soutenu par des arcades assez spacieuses qui permettent ainsi la circulation des voitures.

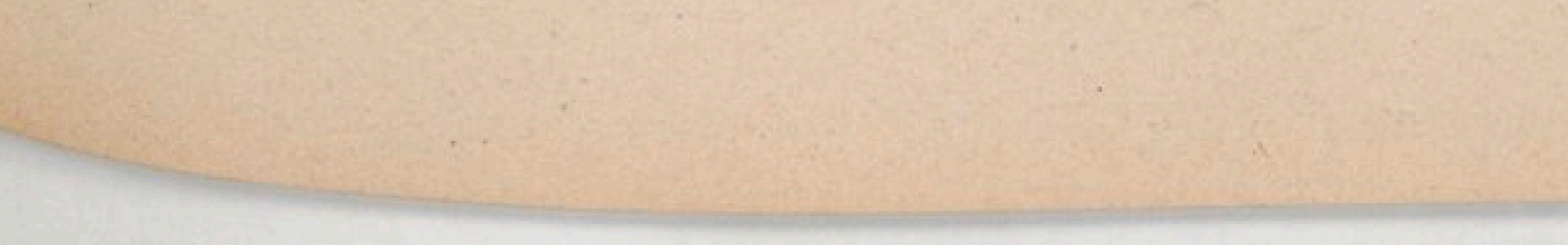
Les balustrades de la rampe portent les armes du roi. Sous le palier, très vaste, le massif évidé en arc abrite la grande porte du sous-sol ; l'escalier donne accès à la porte d'honneur du rez-de-chaussée dont le fronton supporte le buste de François I^er. Les escaliers extérieurs, très employés dans les demeures seigneuriales du moyen âge, étaient très commodes, car ils ne gênaient en rien la disposition des salles intérieures. Ils ne se construisent plus de nos jours, mais les escaliers de bois de la Suisse leur sont comparables.

Dans la cour du palais de l'Audience, à Barcelone, il existe un escalier extérieur très remarquable. Sur un seul arc, il est à la fois léger et audacieux. Des rosaces gothiques forment les panneaux élégamment ajourés de la rampe.

Au palais Bargello, à Florence, un escalier extérieur, datant de 1367, donne accès aux galeries du premier étage. Il repose sur un massif plein et le palier de repos est décoré d'une porte triomphale ajoutée en 1408 (Voir la photo page 70).

L'escalier extérieur de l'hôtel de ville de Lubeck est du même genre, mais il est entièrement couvert par un comble, et il est soutenu par trois arcades sous lesquelles s'ouvrent les portes du rez-de-chaussée.

Dans les monuments romains (thermes et amphithéâtres), on trouve des escaliers intérieurs droits, bâtis entre deux murs. Ils sont soutenus par des voûtes rampantes, car la longueur des marches ne permet pas de franchir sans soutien la distance des deux murs d'échiffre.



TAILLE ORDINAIRE

La disposition de ces escaliers est très curieuse : quand il s'agissait de desservir un bâtiment à deux étages, l'escalier comprenait deux rampes parallèles séparées par un mur de refend. La première rampe accédait à l'un des étages, la seconde montait jusqu'au deuxième. Ainsi le nombre des rampes augmentait avec celui des étages. Cette architecture maladroite et peu pratique gênait considérablement la distribution des salles.

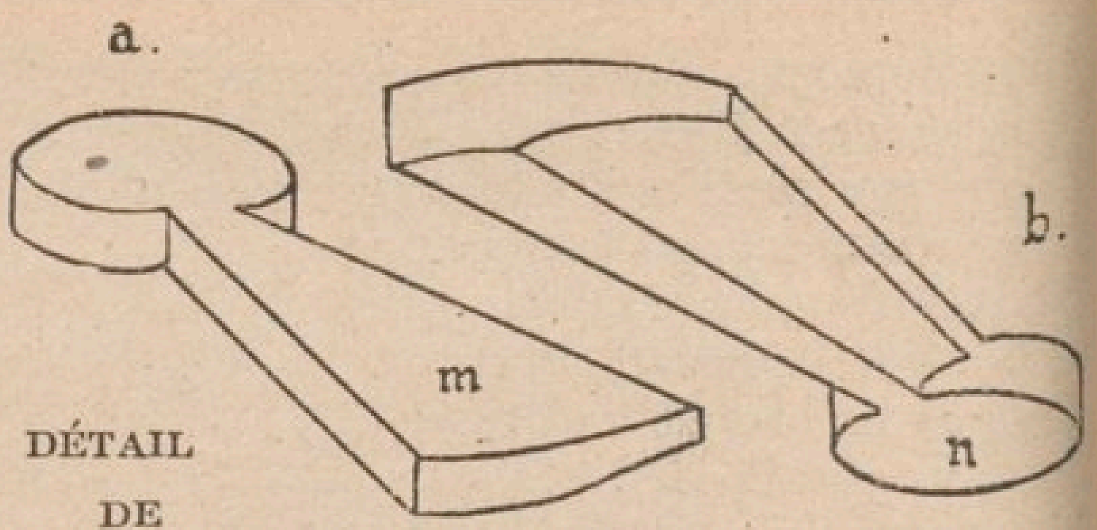
Dans l'abbaye du mont Saint-Michel, il y a plusieurs escaliers droits bâtis entre deux murs. L'escalier Henri II, construit au Louvre par Pierre Lescot, se compose de plusieurs rampes interrompues par des paliers. L'ensemble, quoique un peu triste, prend un aspect très monumental et parfois même assez grandiose, mais ce genre d'escalier ne prévalut pas longtemps en France.

On trouvait plus de grâce aux escaliers droits à paliers successifs, comme ceux d'Azay-le-Rideau et de Saint-Germain. Chaque palier précédait une loggia ouverte sur le parc et tout l'ensemble formait avant-corps sur la façade.

Les Romains inventèrent l'escalier en limaçon, ou escalier à vis, qui remplaçait avantageusement l'escalier à rampes parallèles. On voit dans la colonne Trajane, élevée à Rome en l'an 112, un de ces escaliers à vis. Au moyen âge, il n'était pas de château qui n'en possédât un ou plusieurs.

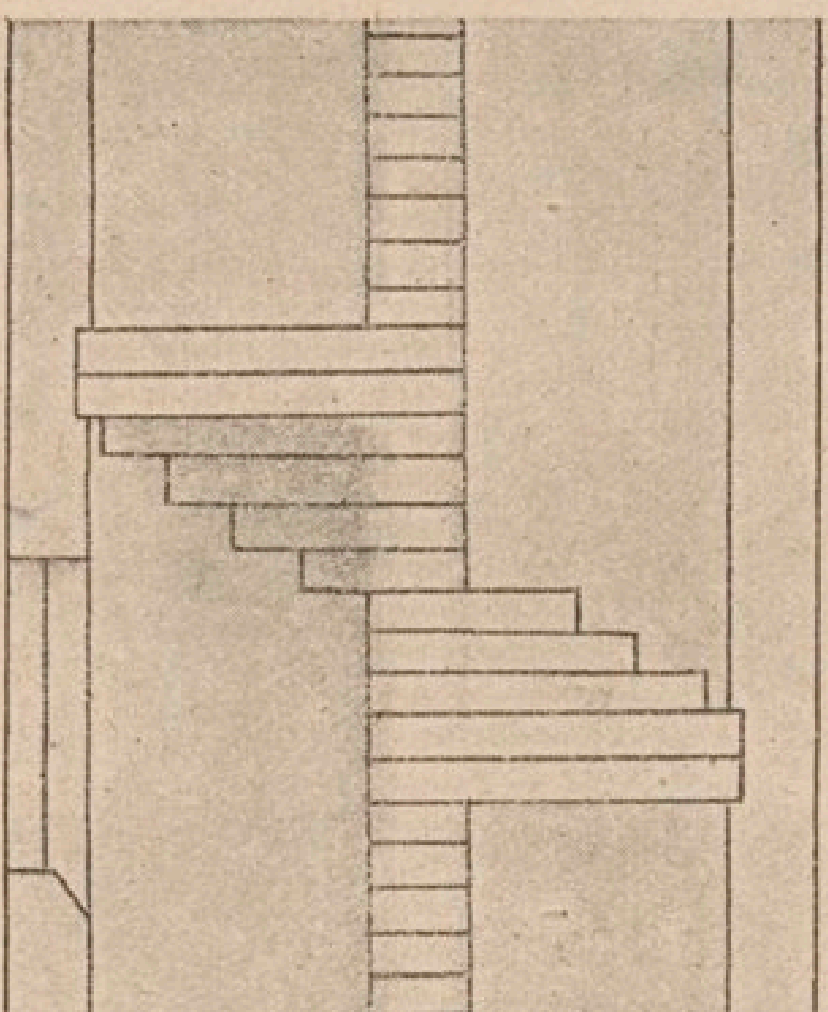
Simples et rapides à construire, ils tenaient peu de place. On les plaçait en saillie dans un angle à l'intérieur des édifices, rarement à l'extérieur. Certains se dissimulaient dans l'épaisseur des murailles, comme celui du château de Pontoise, dont parle Joinville dans ses fameuses chroniques.

Jusqu'au XV^e siècle, les dimensions de l'escalier à vis sont exiguës, la tour qui le renferme est ajourée et sculptée comme un véritable joyau ; tel est l'admirable escalier des orgues de l'église Saint-Maclou, à Rouen.



DÉTAIL DE L'ESCALIER A VIS OU EN LIMAÇON

Le noyau et la marche sont taillés dans le même bloc de pierre. a, *face supérieure de la marche ;* b, *face inférieure montrant que la marche est taillée pour former plafond ;* m, *marche;* n, *noyau.*



ESCALIER A VIS AVEC NOYAU ET MARCHE D'UNE SEULE PIÈCE

La grande vis que Charles V avait fait bâtir dans la cour du Louvre passait alors pour une merveille ; on l'avait édifiée à l'extérieur, procédé des plus commodes, et chaque marche était taillée dans une seule pierre de 2 mètres de longueur. L'escalier allait être terminé quand on s'aperçut que des pierres d'une telle dimension allaient faire défaut. Le roi décida d'acheter vingt tombes au charnier des Innocents. La grande vis était terminée par une autre plus petite qui conduisait à la terrasse. Il ne reste rien de cet escalier monumental qui fut détruit en 1600. Nous savons par les chroniqueurs du temps qu'il était construit sans voûte rampante et que le parement cylindrique de la cage avait été taillé pour permettre d'y encastrer l'extrémité des marches.

Vers la même époque, on construisait, au château de Pierrefonds, un très curieux escalier à vis à deux rampes superposées.

A partir du XV^e siècle, les architectes, devenus très habiles, purent satisfaire les goûts des seigneurs amateurs de grandioses bâtisses. Les plus beaux châteaux de France datent, d'ailleurs, de cette époque et les escaliers jouent un grand rôle dans leur décoration extérieure. Les parois de la cage étaient ajourées, ornées de colonnes et de pilastres, d'arceaux et de sculptures. On trouve inscrits

L'ESCALIER MOLLIEN, AU LOUVRE, DONT LA RAMPE DE FER FORGÉ EST REHAUSSÉE D'OR

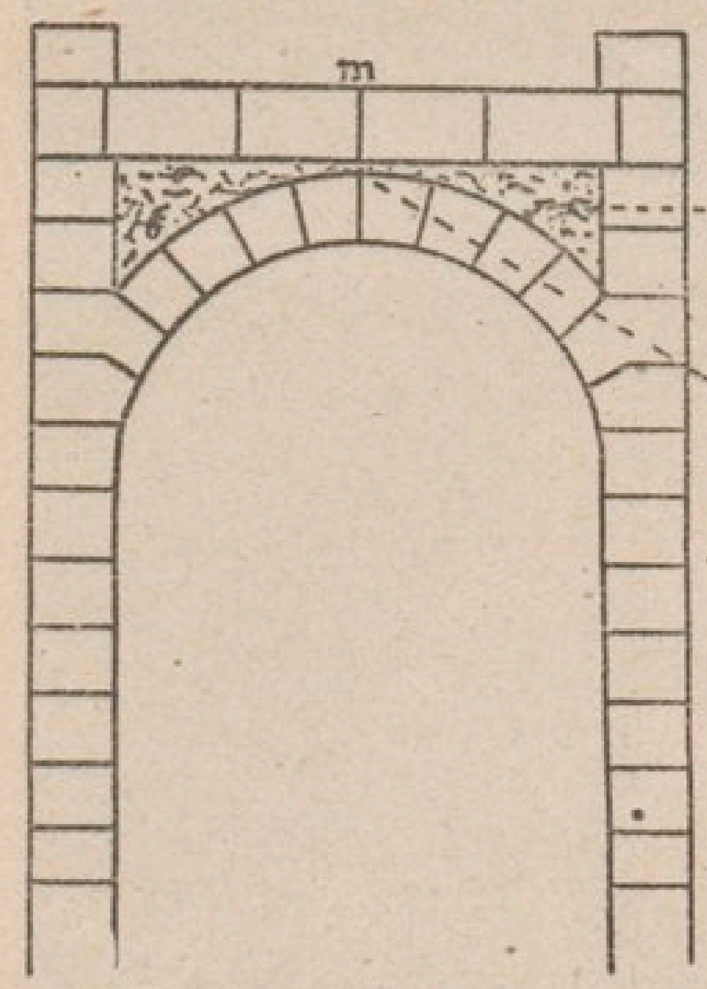
dans les balustrades de pierre des chiffres et des blasons, et parfois des devises.

La tour d'escalier du château de Blois, dans l'aile de François Ier, et celle de l'hôtel Jacques-Cœur, à Bourges, sont deux superbes échantillons de ces escaliers extérieurs.

La tour de l'escalier à vis du palais Minelli, à Venise, est bâtie en briques ; les arceaux, les colonnes et les marches sont tous exécutés en pierre. Par ses six tours de spire, l'escalier donne accès sur quatre galeries à colonnes.

Ces escaliers en spirale ajourée ont eu une

DÉTAIL DE LA VOUTE RAMPANTE



grande vogue sous la Renaissance. Dans une vieille demeure très connue de la Côte-d'Or, l'hôtel Chambellan, une tour d'escalier est encastrée à demi dans l'angle des bâtiments. A Reims, rue de l'Arbalète, à l'hôtel des Ambassadeurs de Dijon, au château de Beaugé, en Maine-et-Loire, les tours d'escalier sont des monuments du goût le plus pur. On a dit que les rampes ajourées de ces escaliers étaient de véritables dentelles de pierre, et il semble qu'on ait eu raison.

L'escalier hardi et curieux de la maison de l'Œuvre, à Strasbourg, est une vis soutenue par des colonnettes qui traversent la balustrade ; l'effet est des plus séduisants.

Dans le château d'Oiron (Deux-Sèvres), une merveille de la Renaissance, les marches de l'escalier monumental mesurent 3 m. 30 de long et l'ensemble s'enroule gracieusement autour de quatre piliers ajourés.

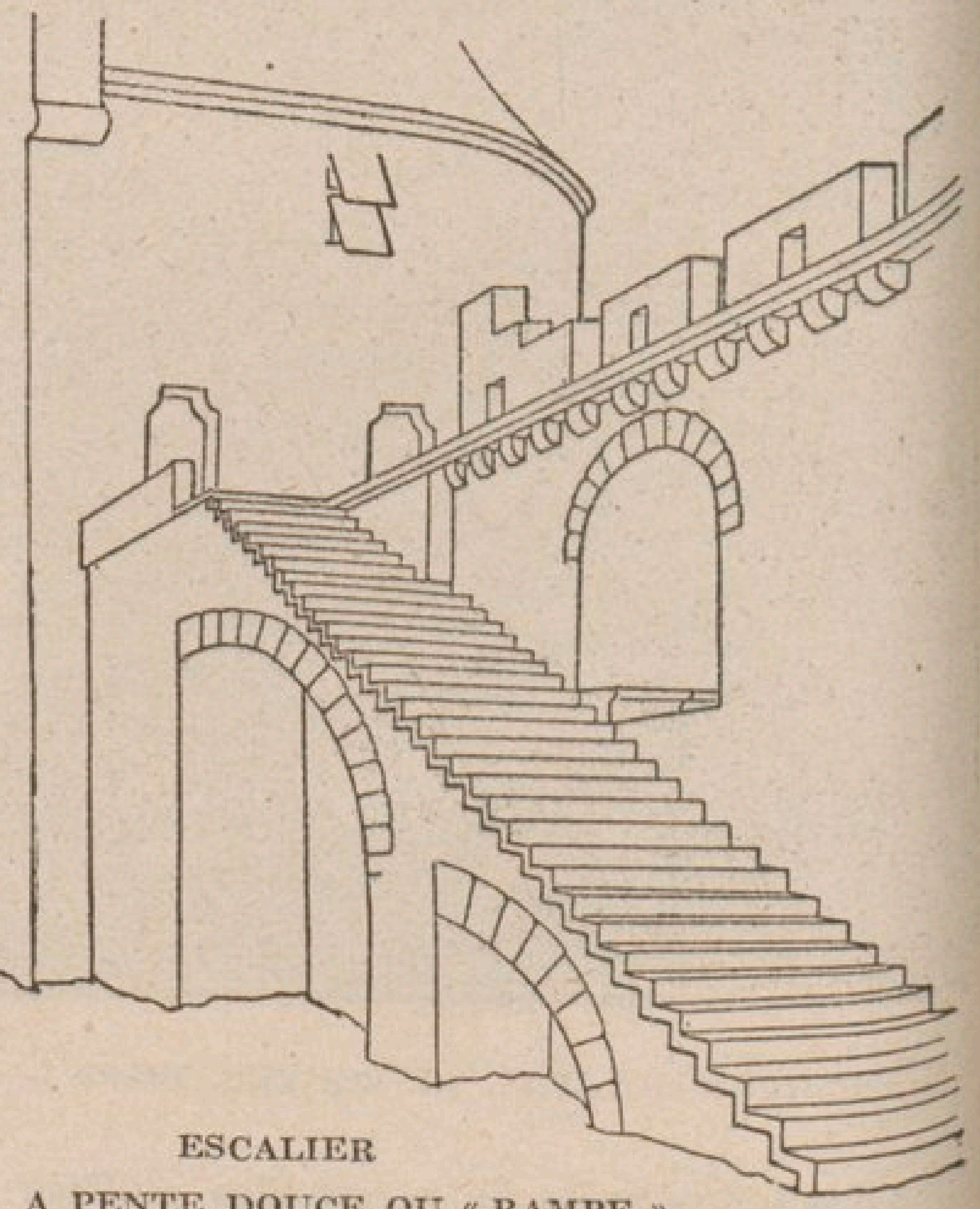
A la fin du XVI^e siècle, on a bâti un grand nombre de vis monumentales ajourées, ornées, compliquées. La vanité des châtelains multipliait, grâce à la science remarquable des architectes, les jolies tours rondes, carrées ou octogonales ; les noyaux des vis primitives portaient une voûte spirale ou faisaient partie de la marche elle-même. A cette époque, les noyaux sont bâtis avec de grandes pierres en délit fouillées de sculptures délicates. Tel est notamment le noyau de l'escalier de Longueville, qui orne la façade principale du château de Châteaudun. Ce splendide escalier s'élève en une tour carrée au-dessus du portique. Des trompes soutiennent dans les angles droits les plus grandes marches. On y accrochait sans doute les flambeaux qui devaient éclairer l'escalier le soir. A chaque étage, deux grandes baies prennent le jour sur la façade.

L'escalier du château de Chambord dépasse par la beauté et par les dimensions de son architecture compliquée tout ce que nous avons vu jusqu'ici. Il occupe le centre du bâtiment principal et emprunte sa clarté aux quatre grandes salles qu'il traverse.

Deux rampes hélicoïdales tournent autour du noyau ajouré et passent alternativement l'une au-dessus de l'autre. « La longueur des marches est telle que six hommes d'armes, la lance sur la cuisse, pouvaient monter de front jusqu'au-dessus des bâtiments. » C'est ainsi que Rabelais décrit ce monument qu'il transporte dans l'abbaye de Thélème. La tour ajourée qui forme le noyau enferme elle-même un autre escalier qui se poursuit bien au-dessus de l'escalier à double révolution pour atteindre le belvédère et le campanile.

Là, il est soutenu par des arcs dont les aplatissements sont ornés de salamandres et d'F couronnés d'un style remarquable. Un lys en pierre, de 2 mètres de hauteur, termine cette lanterne dont l'ensemble ne mesure pas moins de 32 mètres de long.

Quand la place était restreinte, on supprimait le noyau et les marches étaient taillées de telle façon qu'elles pouvaient se superposer en formant une spirale ; ce cas est fréquent dans les églises ; telles sont les petites vis de Notre-Dame de Paris qui mon-



ESCALIER
A PENTE DOUCE OU « RAMPE »

On trouve dans les ouvrages militaires du XIII^e *siècle, comme ceux de Carcassonne et d'Aigues-Mortes, des rampes qui conduisaient aux chemins de ronde des fortifications. Les marches de ces rampes sont soutenues par des arcs d'une grande solidité.*

tent à la galerie du premier étage. Une pareille vis, enclose dans des colonnes, se trouve à la cathédrale de Mayence, bâtie au XIIIe siècle avec une pierre rouge très spéciale.

A Paris, les deux escaliers à vis du jubé de l'église Saint-Etienne-du-Mont, s'enroulent autour d'une colonne formant noyau et se rejoignent au-dessus du chœur en un arc surbaissé, d'une belle hardiesse. Ce jubé est l'œuvre de Pierre Biard, architecte et sculpteur, qui mit plus de huit ans pour le construire et pour le décorer. L'escalier à vis est moins gênant encore s'il se trouve enfermé à demi dans la muraille; c'est ainsi qu'est bâtie la vis du chœur de la cathédrale de Moulins, chef-lieu de l'Allier.

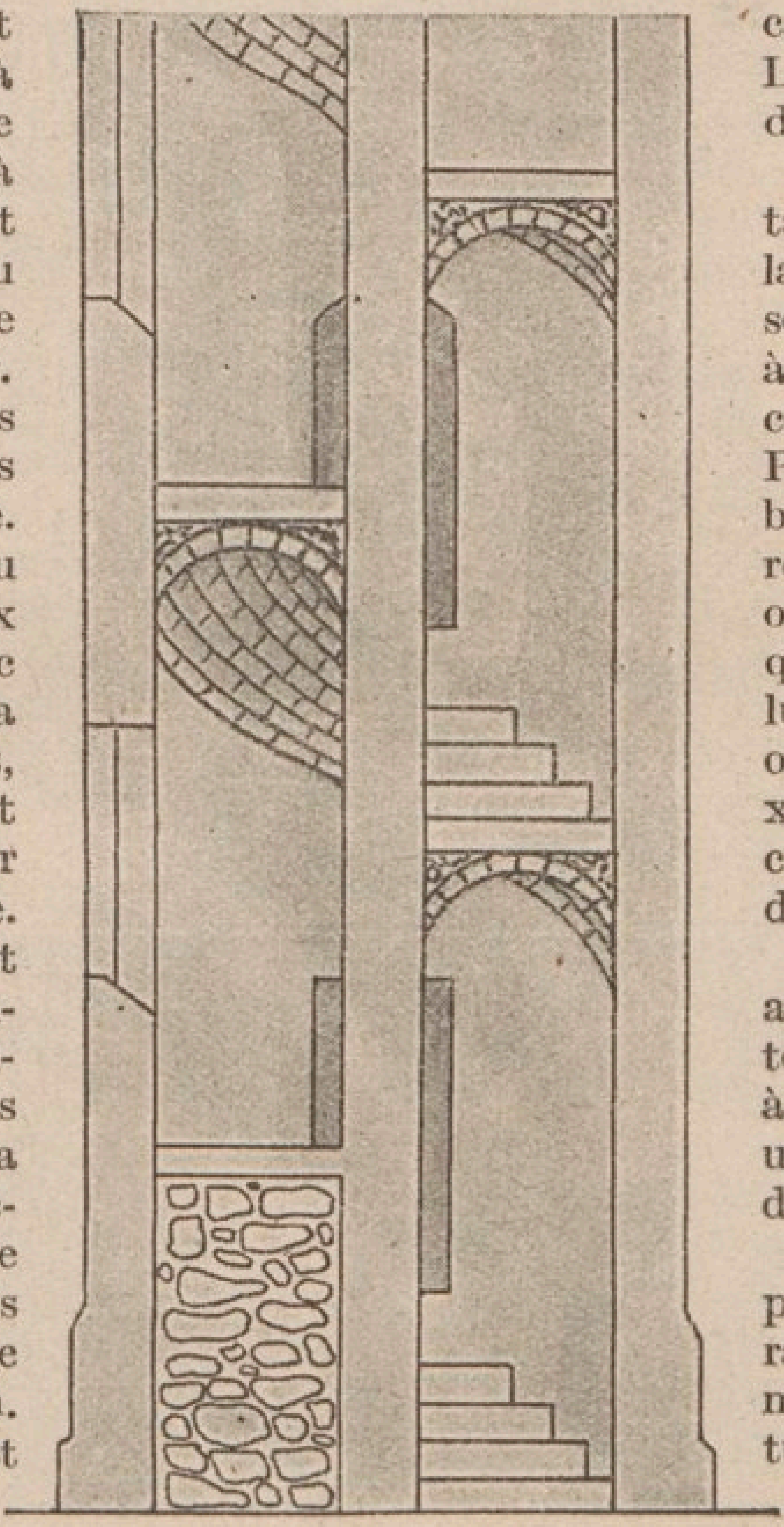
Le XVIIe siècle innova les grands escaliers suspendus à cage largement ouverte.

L'escalier de la Reine, au palais de Versailles, a deux paliers de repos ; un arc formant limon soutient la seconde rampe; les marches, les balustrades, le limon et les panneaux du mur d'échiffre sont en marbre. L'ornementation sobre est empruntée, jusqu'à mi-hauteur, à la variation de couleur des marbres, mais au-dessus éclate toute la magnificence des perspectives peintes encadrées de pilastres à chapiteaux dorés et de bas-reliefs en alliage gris de plomb et d'étain.

Ce splendide escalier est fort peu de chose à côté du monumental escalier d'honneur ou escalier des Ambassadeurs, qui demanda six années de travail et qui fut détruit au XVIIIe siècle.

Par un effet très nouveau, la cage s'éclairait par le haut et toute la voûte ornée d'ors resplendissait dans la lumière.

A l'Opéra de Paris, l'escalier suspendu atteint des proportions remarquables. Il est un des plus grands et des plus magnifiquement décorés qui soient. Il occupe le centre d'une cage embrassant plusieurs étages de galeries. Les premières rampes plongent sous le vestibule circulaire, tandis que les secondes, se retournant sur les premières, aboutissent aux galeries opposées. Au sommet, la cage se termine par une coupole de grandes dimensions soutenue par des colonnes.



COUPE D'UN ESCALIER A VIS AVEC VOUTE RAMPANTE

Avec des proportions moindres, l'escalier du théâtre de Bordeaux ressemble beaucoup à celui de notre grand Opéra de Paris.

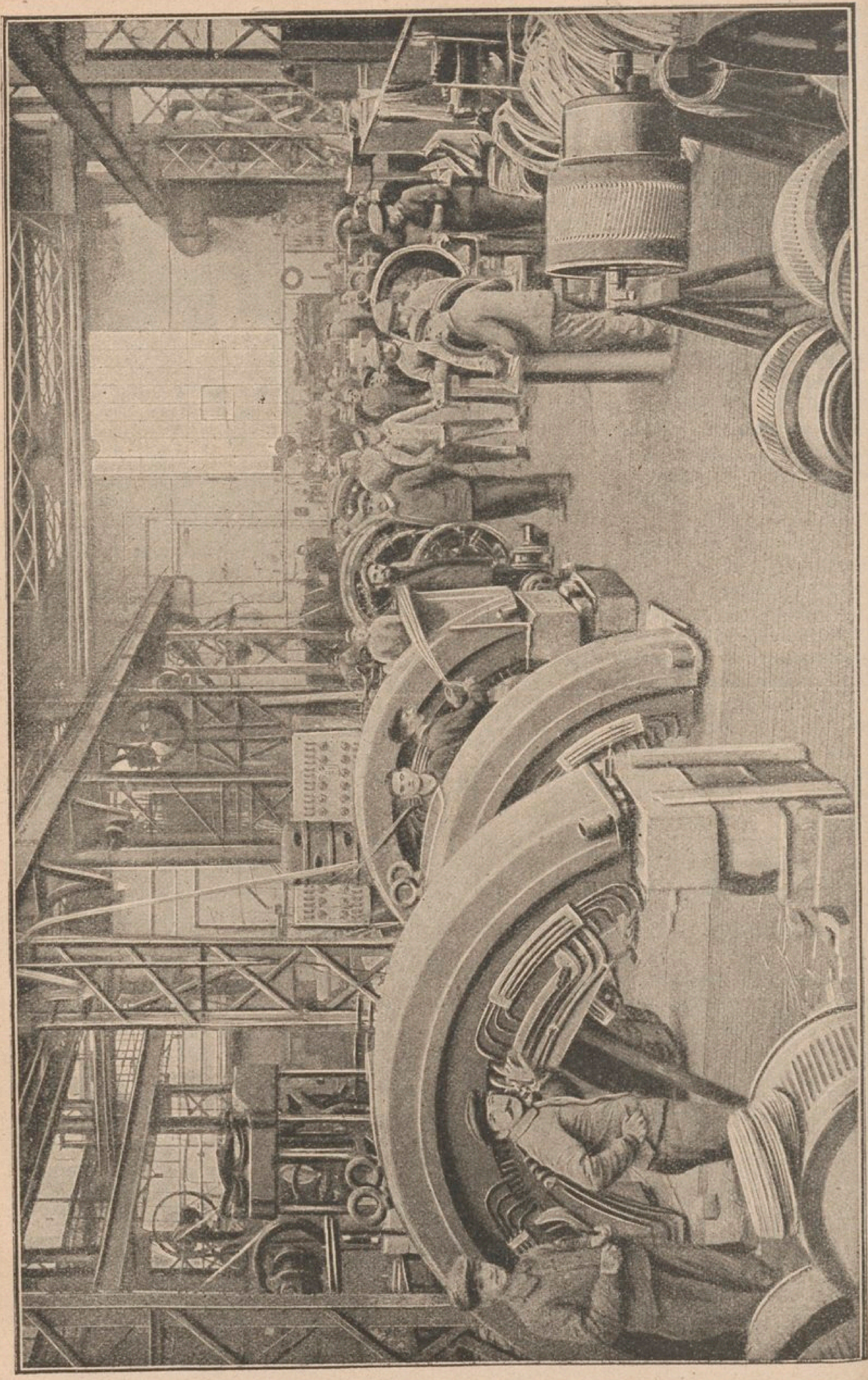
L'escalier à double révolution de la Bourse du commerce de Paris (ancienne Halle aux Blés), l'escalier de l'hôtel de ville parisien, dans la cour Louis XIV, et ceux de certaines constructions modernes, présentent ce caractère commun d'avoir une cage largement ouverte. Les rampes sont à balustres de pierre ou en fer forgé.

Les escaliers monumentaux actuels n'occupent que la hauteur d'un étage. Ils sont d'un type suspendu ou à direction perpendiculaire comme celui du Grand Palais. A la nouvelle Sorbonne, deux grands escaliers réunis dans la même cage, ont des rampes de fer forgé qui peuvent, pour la beauté, lutter avec les plus fameux ouvrages de ferronnerie du XVIIIe siècle. Les murs de la cage sont ornés de fresques de Puvis de Chavannes.

On donne, en somme, aujourd'hui encore en architecture une grande place à l'escalier, qui constitue un des plus beaux éléments de décoration monumentale.

Il faut cependant ne pas perdre de vue, dans l'élaboration des plans d'un monument public ou d'une somptueuse demeure privée, que le désir d'obtenir un grand effet décoratif au moyen d'escaliers grandioses ne doit pas primer, dans l'esprit de l'architecte, l'obligation de conserver assez d'espace pour ne pas réduire à l'excès la surface réservée aux appartements et aux salles de réunion. Un théâtre qui ne possède qu'un bel escalier répond mal aux besoins des spectateurs et du directeur de la scène ; de même dans un hôtel particulier, le propriétaire se montrera peu satisfait de n'avoir à sa disposition que des salons exigus quelles que soient la splendeur des escaliers d'accès et la richesse d'ornementation de leurs rampes. Faire beau et commode, tel doit être le souci de l'architecte moderne.

A. LAUMAUNIER.



ATELIER DE BOBINAGE DES ALTERNATEURS ÉLECTRIQUES DANS UNE GRANDE USINE DES ENVIRONS DE PARIS

LA CONSTRUCTION ET LE FONCTIONNEMENT DES DYNAMOS

Par Rodolphe BANG

PROFESSEUR DE MÉCANIQUE INDUSTRIELLE

En 1860, Wilde eut l'idée de faire passer le courant électrique produit par une petite machine magnéto-électrique dans les fils d'un électro-aimant entre les pôles duquel il fit tourner un deuxième électro-aimant ; il obtint ainsi un courant induit d'une énergie toute particulière. C'était là, en réalité, une machine dynamo-électrique excitée par une machine magnéto-électrique.

Une dynamo, en effet, se compose essentiellement de l'électro-aimant inducteur avec ses deux noyaux, sa culasse, ses bobines et ses pièces polaires qui constituent les pôles nord et sud, et de l'induit, formé par un noyau de fer doux sur lequel est enroulé un fil conducteur isolé, formant un circuit électrique entièrement fermé sur lui-même par l'intermédiaire du circuit extérieur d'utilisation. Cet induit est généralement mobile et tourne sur son axe de façon que tous ses points soient alternativement en présence des pôles nord et sud de l'inducteur, qui reste fixe ; dans certaines machines, c'est, au contraire, l'inducteur qui est mobile, tandis que l'induit reste fixe ; enfin, dans quelques autres types, l'inducteur et le fil de l'induit sont fixes : le noyau en fer doux de l'induit est seul mobile.

Quand la dynamo est « excitée », un *flux magnétique*, allant du pôle nord au pôle sud de l'inducteur, traverse l'induit en produisant ce qu'on appelle un *champ magnétique*.

Supposons un noyau d'induit en forme d'anneau, comme dans la machine de Pacinotti, vulgarisée en France par Gramme (fig. ci-dessus) placé entre les pièces polaires de l'électro-aimant et, par conséquent, dans le champ magnétique produit par celui-ci ; il s'aimantera par influence, ses pôles nord et sud, respectivement vis-à-vis des pôles nord et sud de l'électro-aimant, et les positions respectives de ces deux pôles resteront toujours identiques même si le noyau tourne sur son axe. Ainsi, quand l'induit se déplace, les deux pôles ne se déplacent pas. Mais l'aimantation du noyau n'est pas constante en chacun de ses points qui subit, pendant le mouvement de rotation de l'induit, une série de variations dans son aimantation et sa désaimantation : son aimantation est nulle lorsqu'il se trouve à l'endroit le plus éloigné des deux pôles de l'inducteur, et elle est maximum lorsqu'il arrive en face de l'un ou de l'autre pôle.

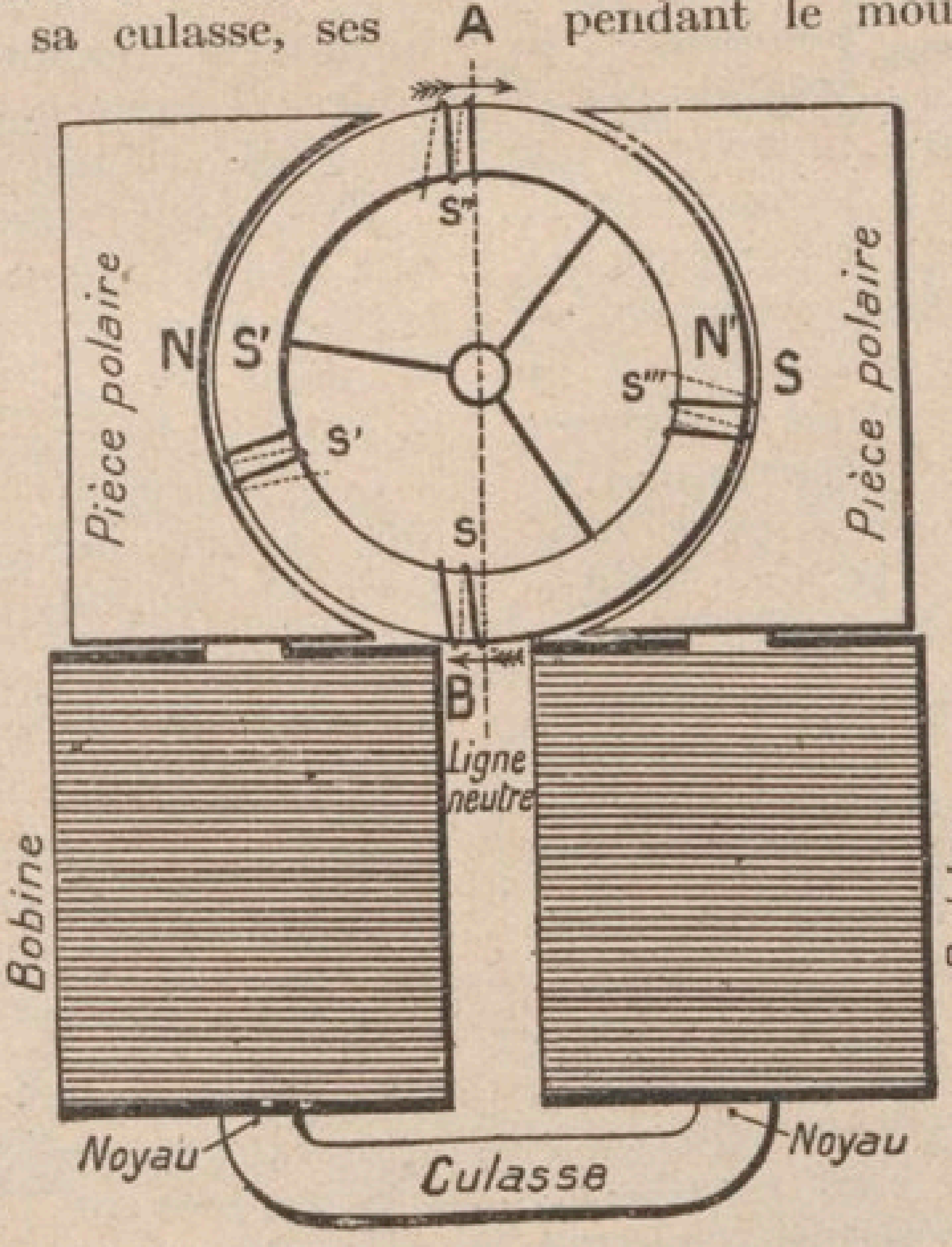


SCHÉMA DE LA MACHINE GRAMME

Ainsi l'aimantation, nulle en *A* et *B*, atteindra son maximum en *S'* et *N'*, et, continuant le mouvement de rotation dans le sens de la flèche, redeviendra nulle en *A* et *B* après avoir successivement diminué dans son trajet de *S'* à *A* et de *N'* à *B*; ensuite, elle changera de sens pour aller en augmentant jusqu'à *S'* et *N'*, et décroître ensuite. Le sens de l'aimantation se renversera donc deux fois par tour, et cette aimantation variera continuellement, les pôles nord et sud ne se déplaçant jamais quoique le noyau soit en mouvement. Or, on sait que, quand l'aimantation d'un noyau entouré d'une spire conductrice vient à varier, ou quand une spire coupe les lignes de force d'un champ d'induction, un courant induit prend naissance dans la spire; il dure aussi longtemps

que la variation de l'aimantation et il cesse complètement en même temps qu'elle.

Une série de courants prendront donc naissance dans les spires qui entourent le noyau induit, sauf aux points *A* et *B*, où l'aimantation est nulle (et qui, pour cette raison, portent le nom de ligne neutre) et où le mouvement des spires a lieu dans le sens des lignes de force du champ magnétique. Ainsi, la spire *S* ne sera le siège d'aucun courant en *B* ; entraînée par le mouvement de rotation, elle arrivera en *S'*, où l'aimantation est maximum, où elle coupera les lignes de forces du champ magnétique, et où, pour cette raison, un courant, ou force électro-motrice maximum, la parcourra ; cette force électro-motrice diminuera à partir de ce point pour devenir nulle au voisinage de la ligne neutre, en *A*, puis elle changera de sens : de directe, elle deviendra inverse et ira en augmentant en s'éloignant de *A* pour atteindre un nouveau maximum en *N'* ; elle diminuera ensuite et changera encore de sens après avoir franchi la ligne neutre en *B*. Quand un grand nombre de spires, formant des bobines, recouvrent complètement l'anneau, les forces électro-motrices induites dans chaque spire s'ajoutent : toutes les spires placées à gauche de la ligne neutre sont parcourues par des courants de même sens (lequel sens est indiqué par les lois d'Ampère) et celles situées à droite de cette ligne sont le siège de courants de sens contraire aux premiers.

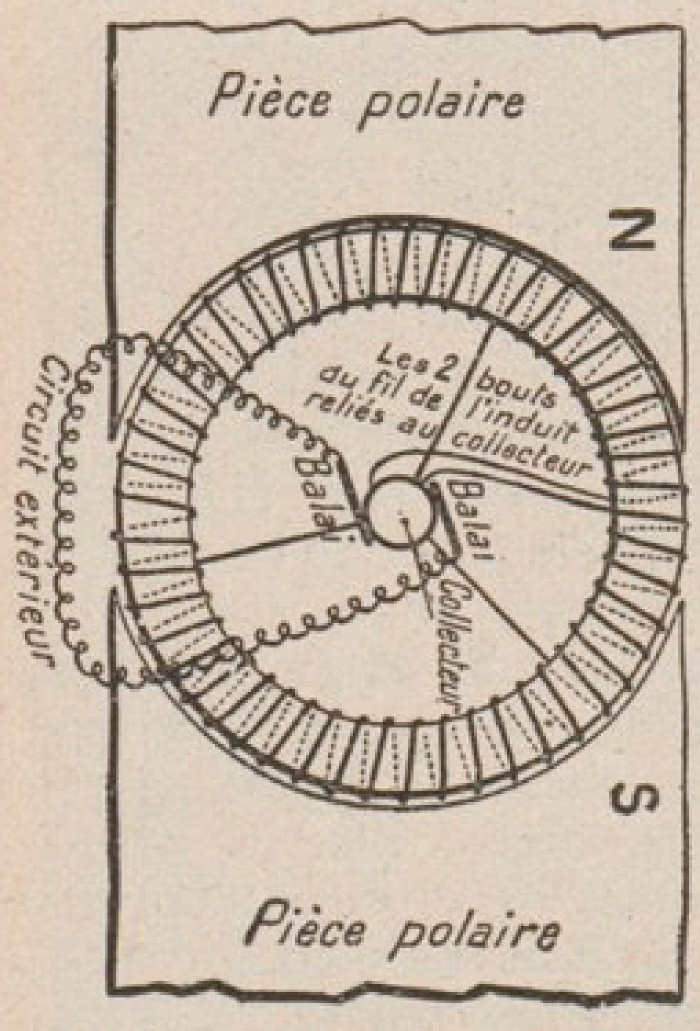


SCHÉMA DE LA MACHINE GRAMME MONTRANT L'ENROULEMENT DU FIL SUR LE NOYAU D'INDUIT EN FORME DE COURONNE

Les bobines de fil enroulées sur l'anneau et formées par la réunion des spires communiquent entre elles de façon à former un circuit. On coupe ce circuit en un point et on met un bout de fil en communication avec un collier de cuivre dit collecteur, fixé sur l'arbre portant l'induit, tandis que l'autre bout est joint à un autre collier, également fixé sur l'arbre, mais isolé du premier ; deux balais ou ressorts frotteurs recueillent les courants électriques engendrés dans les bobines, et qui sont utilisés dans un circuit extérieur dont l'une et l'autre extrémités sont respectivement reliées à l'un et à l'autre balais.

Ces balais qui recueillent les courants devraient être placés à angle droit sur la direction nord sud, par conséquent dans la direction de la ligne neutre, où le courant atteint sa valeur maximum ; mais, en raison de certaines réactions qui se produisent dans la machine, il est nécessaire qu'ils soient déplacés, ou *décalés* dans le sens du mouvement, c'est-à-dire reportés un peu au delà de la ligne neutre, et cela d'une quantité qui augmente avec l'intensité du courant.

Quand la dynamo fonctionne comme moteur, les balais doivent être suffisamment *décalés* en arrière du mouvement.

Pour les dynamos qui travaillent toujours dans les mêmes conditions, un calage convenable du balai, c'est-à-dire correspondant à l'absence d'étincelles, s'obtient aisément ; mais quand le débit de la machine varie fréquemment, comme dans les stations centrales, il faut, à chaque instant, déplacer les balais, et cela cause beaucoup d'ennuis.

C'est pour remédier à cet inconvénient que l'on a imaginé différents systèmes de calage automatique des balais, au sujet desquels nous ne pouvons insister, en raison du cadre trop réduit de cet article.

Le courant induit ayant une force électro-motrice qui varie suivant une loi périodique et changeant, périodiquement aussi, de signe deux fois par tour, le circuit extérieur est, par conséquent, parcouru par un courant de force électro-motrice variable et alternativement direct et inverse ; on le nomme courant alternatif et la machine qui le produit est un *alternateur*. Le temps pendant lequel la force électro-motrice, ou l'intensité, passe par un maximum et par un minimum pour redevenir nulle, comme au point de départ, est appelé *période* d'un courant

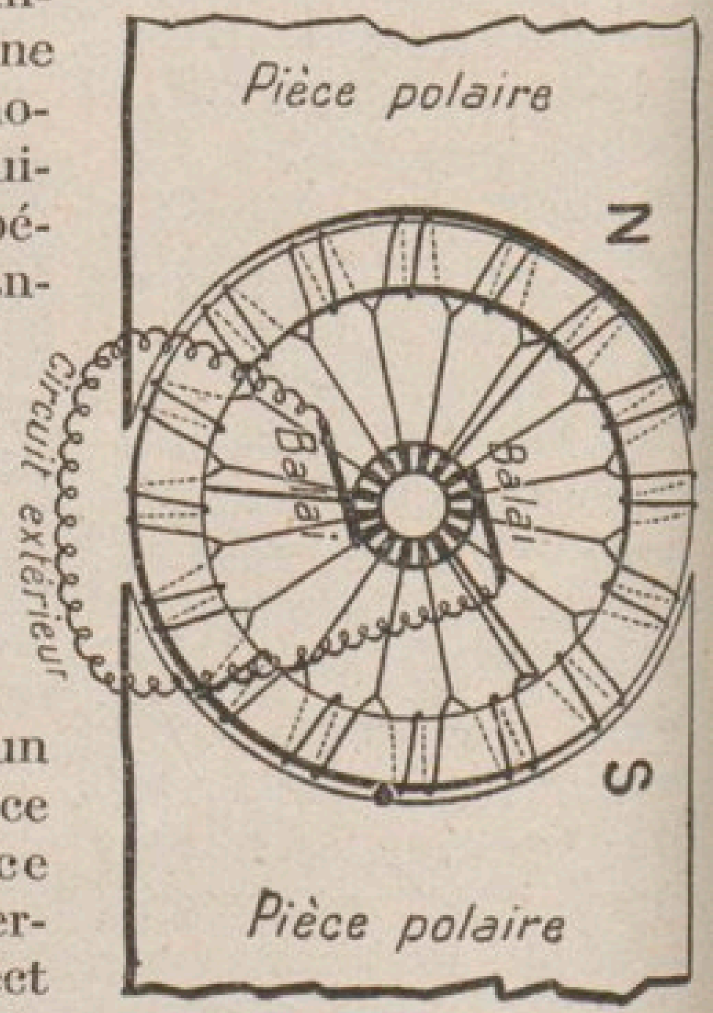
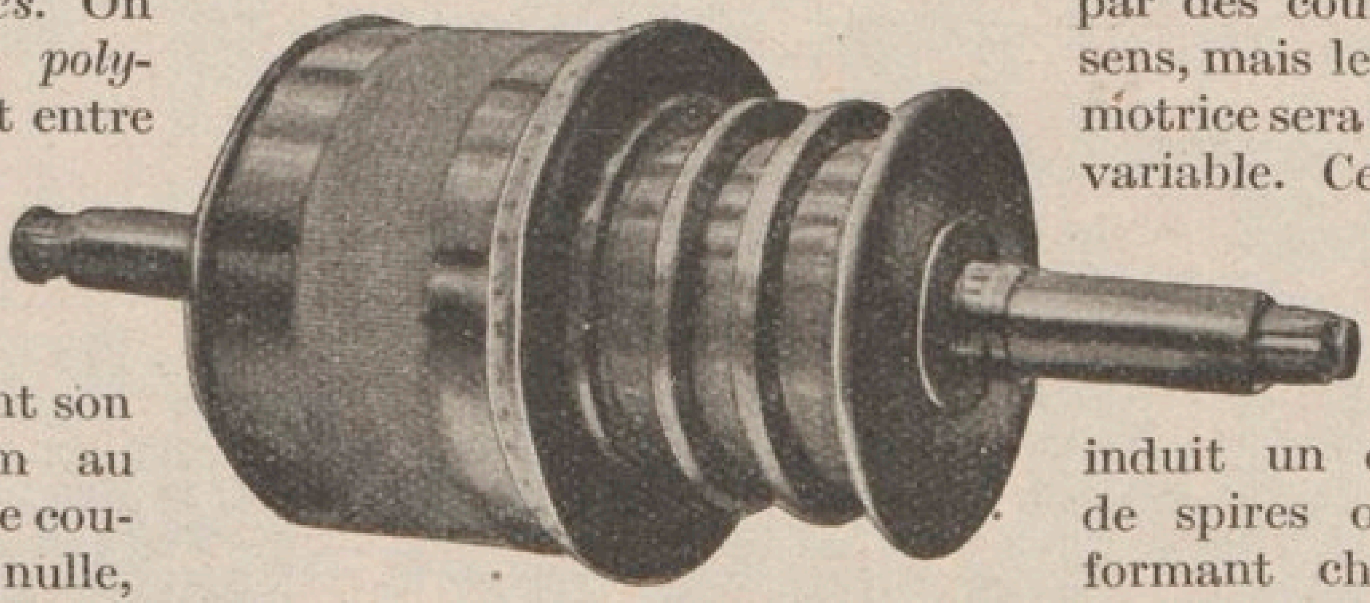


SCHÉMA DE LA MACHINE GRAMME, AVEC UN COLLECTEUR COMPOSÉ DE SEGMENTS ISOLÉS LES UNS DES AUTRES

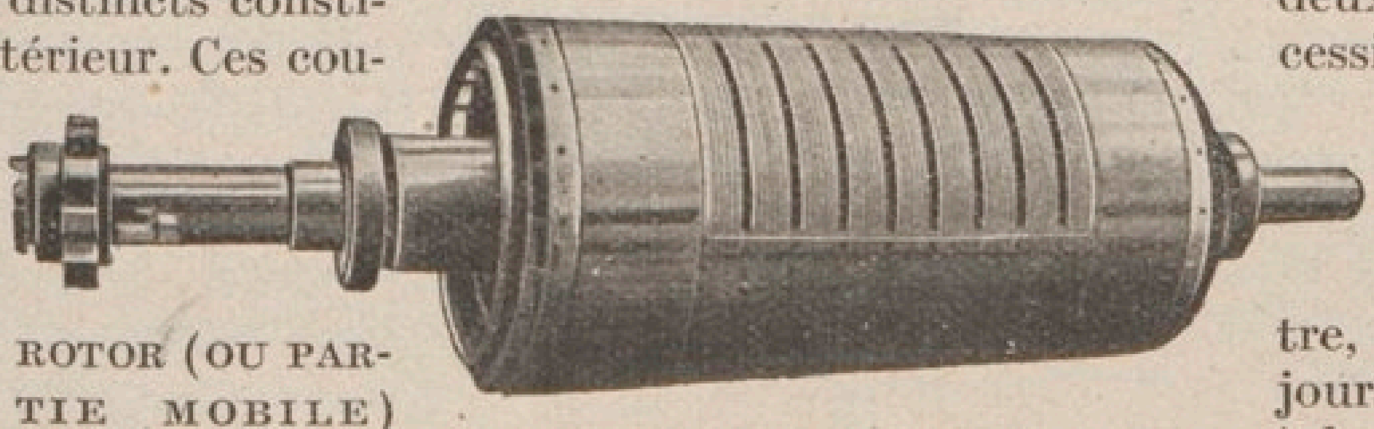
alternatif. La *fréquence* d'un courant alternatif est le nombre de périodes par seconde.

Plusieurs courants passant au même instant par leurs valeurs maxima et par leurs valeurs nulles ont *même période* et *même phase* ; s'ils passent par leurs valeurs maxima et nulles à des instants différents, tout en ayant même période, on dit qu'ils sont *décalés* ou *déphasés*. On les appelle encore *polyphasés* lorsqu'ils ont entre eux une différence de phase, c'est-à-dire un *décalage dans la période*. Si un courant atteint son intensité maximum au moment où un autre courant est à sa valeur nulle, ces deux courants étant *décalés* l'un par rapport à l'autre de 90 degrés, c'est-à-dire d'un quart de période, sont dits *diphasés*. Décalés d'une demi-période, ils seraient, par conséquent, en opposition et s'annuleraient ainsi dans le circuit extérieur.



ROTOR (OU INDUIT) D'UN GÉNÉRATEUR A COURANT CONTINU DE 2.000 KILOWATTS ET 1.000 TOURS PAR MINUTE

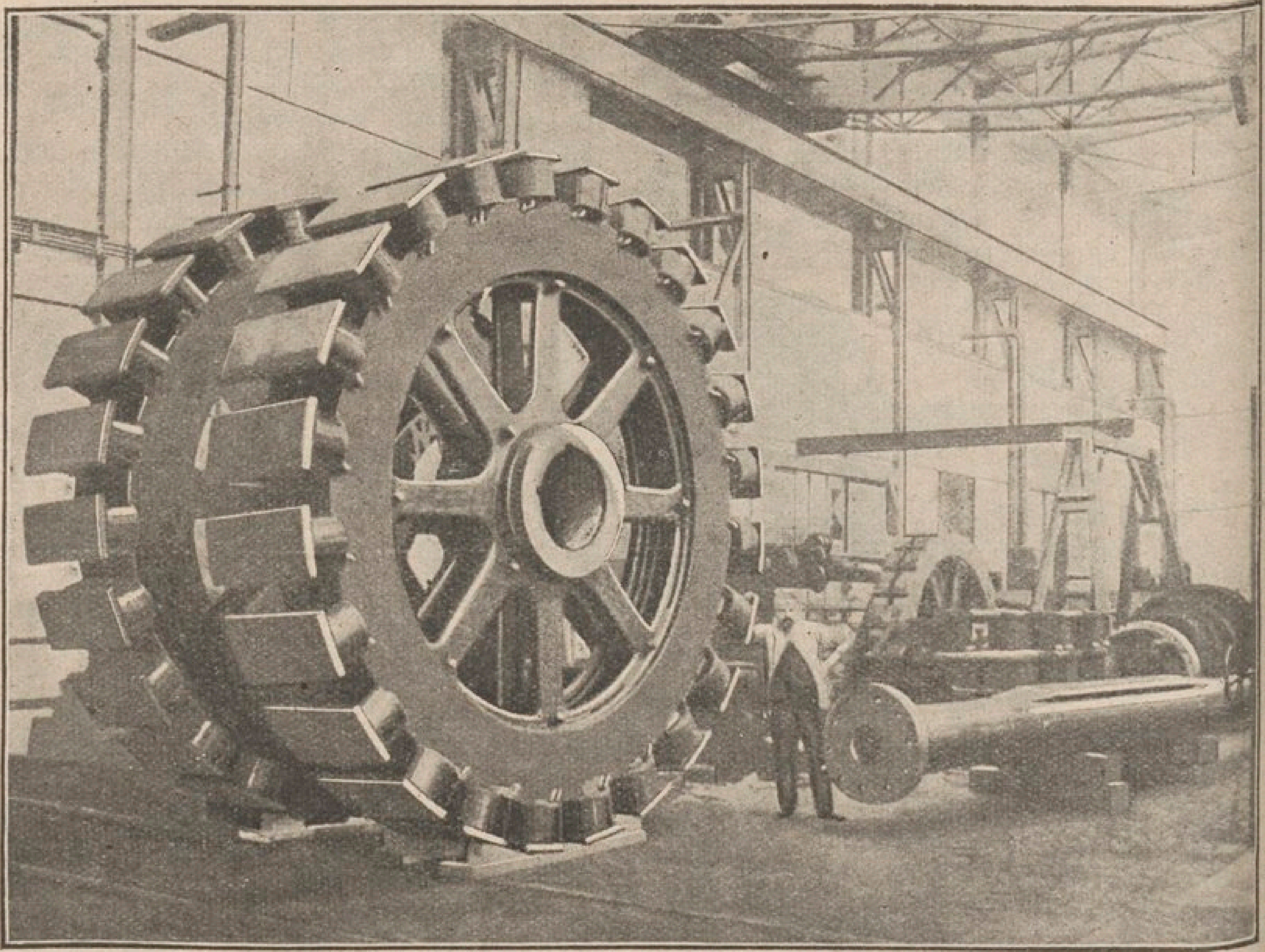
On appelle *courants triphasés* trois courants alternatifs de même période décalés l'un par rapport à l'autre d'un tiers de période, ou 120 degrés. En établissant sur la bobine de l'anneau Gramme trois prises de courant équidistantes, à 120 degrés l'une de l'autre, et en reliant respectivement chacune de ces prises de courant à une des trois bagues ou colliers, isolées l'une de l'autre, constituant le collecteur, on obtient des courants triphasés ; ils sont recueillis par trois balais établissant la communication avec trois conducteurs distincts constituant le circuit extérieur. Ces courants conviennent parfaitement bien pour le transport de la force avec un minimum de pertes, ils sont peu utilisables pour la production de la lumière.



ROTOR (OU PARTIE MOBILE) D'UN ALTERNATEUR TRIPHASÉ POUR TURBINE DE 2.500 KILOWATTS, 8.000 VOLTS, 42 PÉRIODES, 3.000 TOURS PAR MINUTE

Le courant des machines alternatives peut être aisément redressé, c'est-à-dire transformé en courant continu. Il suffit de modifier le collecteur, qui se compose alors de deux demi-colliers isolés l'un de l'autre ; chacun d'eux est relié à une des extrémités du fil de l'induit. Deux balais, dont la position est fixe et diamétralement opposée, recueillent le courant ; ils sont disposés de façon que chacun d'eux abandonne le contact du demi-collier et vienne frotter sur l'autre quand le courant induit de la spire change de sens après avoir franchi la ligne neutre. On comprend que chaque balai ne recueille ainsi que des courants de même nature, et le circuit extérieur sera parcouru par des courants de même sens, mais leur force électromotrice sera périodiquement variable. Cette force peut être rendue constante si l'on dispose sur l'anneau induit un certain nombre de spires ou de bobines, formant chacune un élément, convenablement groupées. Chacune d'elles, pendant la rotation, sera le siège d'une force électromotrice qui aura le même sens pour une demi-circonférence et le sens contraire pour l'autre. En réunissant en tension (comme les pôles + et — d'une pile) ces bobines entre elles, celles de la première demi-circonférence seront parcourues par un courant égal à la somme des courants de chaque élément, et il en sera de même pour l'autre demi-circonférence, mais son courant sera de sens contraire. L'intensité du courant dans chaque spire, partant de zéro, à la ligne neutre, atteint sa valeur maximum dans la ligne des pôles, puis décroît et revient à zéro. Le collecteur se compose d'un nombre de secteurs égal au nombre des bobines, et chacun d'eux réunit deux éléments successifs ; les balais, frottant sur eux dans un endroit toujours voisin de la ligne neutre, recevront toujours un courant égal à la somme des courants partiels de chaque section qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, sont toujours de même sens.

Nous avons également dit que les électro-aimants inducteurs de la machine de Wilde étaient *excités* par le courant que produisait une petite machine magnéto-électrique, et que l'aimantation légère qui existe toujours plus ou moins dans le fer, et qui est due, soit aux courants telluriques, quand la machine



ROUE POLAIRE D'UN GÉNÉRATEUR DOUBLE AVANT L'OPÉRATION DU BOBINAGE

n'a jamais fonctionné, soit au magnétisme *remanent* provenant du fonctionnement antérieur, était suffisante pour commencer à développer dans les bobines des électro-aimants un faible courant induit qui se renforçait de lui-même, à mesure de la marche, jusqu'à saturation magnétique du fer.

L'*excitation* des électro-aimants d'une dynamo, qui leur permet de jouer le même rôle qu'un aimant naturel, se fait de différentes façons. Ou bien le courant total de la machine passe par les bobines des inducteurs: faible au début, il augmente progressivement le champ magnétique des inducteurs, qui renforce à son tour le courant induit, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la machine ait pris son régime normal. On dit alors que la dynamo est excitée *en série.* L'excitation *en dérivation* consiste à ne faire passer dans les électro-aimants des inducteurs qu'une partie dérivée du courant de la dynamo, au lieu du courant total. L'excitation *en double circuit,* ou *compound,* se caractérise par un double enroulement de fil sur les bobines de l'inducteur, constituant deux circuits de résistances différentes dont l'un est traversé par le courant total et l'autre seulement par une dérivation de ce courant; c'est, en somme, une combinaison des deux systèmes précédents.

Ces machines sont dites *auto-excitatrices;* quand les électros inducteurs sont excités par une machine séparée ou par une pile, la machine est à excitation *séparée* ou *indépendante;* les dynamos à courants alternatifs sont, sauf des exceptions extrêmement rares, à excitation indépendante.

Outre la grande division des dynamos en machines à courants continus et machines à courants alternatifs, ou *alternateurs,* on les distingue encore par leurs différents modes de construction. Une machine est dite *bipolaire* quand l'inducteur a deux pôles, et *multipolaire* quand il a plus de deux pôles; elle est à *induit en anneau,* comme dans la machine de Gramme, ou *en tambour,* comme dans la machine Siemens, où l'anneau est remplacé par un tambour ou cylindre en fer doux sur lequel le fil formant la bobine est enroulé dans le sens de la longueur ; la machine est dite à *pôles* ou à *pignons* quand l'induit se compose d'une ou plusieurs bobines à noyaux de fer doux qui, étant alternativement aimantés et désaimantés, donnent lieu à des courants d'induction dans les bobines; elles

se composent d'un cylindre ou d'une roue en fer sur la circonférence de laquelle sont implantés, comme des pignons, des tiges de fer doux portant des bobines et formant autant d'électro-aimants. On monte généralement ces électros en tension, comme les différentes sections d'un anneau Gramme.

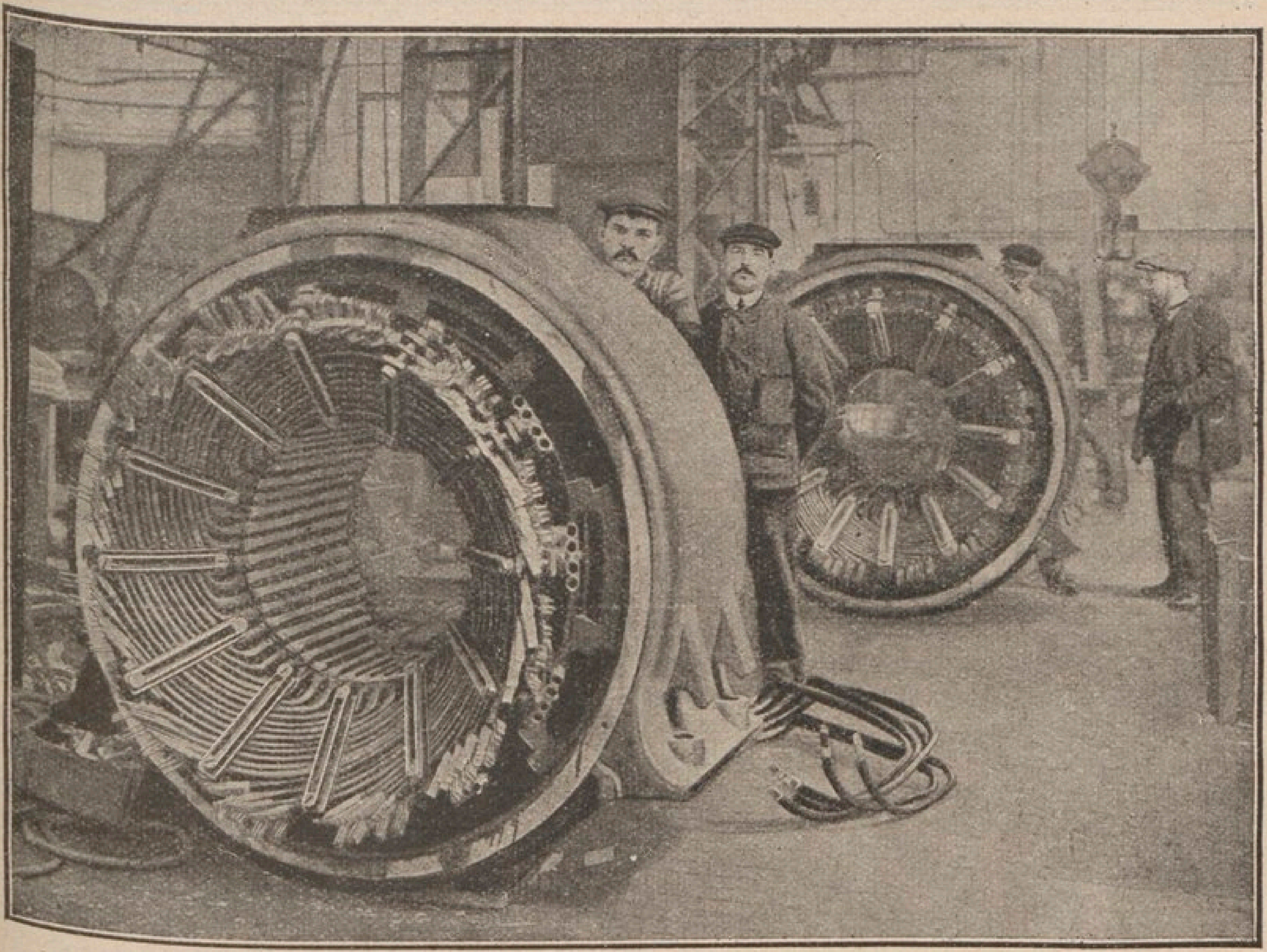
Enfin, les machines *à disque* sont formées de deux couronnes d'électro-aimants inducteurs placés en regard les uns des autres et dont les pôles sont alternativement de noms contraires (non seulement les pôles en regard sont de noms contraires, mais aussi les électros successifs d'une même couronne). Entre ces deux couronnes tourne l'induit dont le fil est enroulé de façon à constituer une série de rayons dont l'ensemble forme un disque.

Certaines machines, on l'a dit plus haut, ont les inducteurs mobiles et l'induit fixe, mais la théorie est la même pour celles-ci que pour celles-là puisqu'il y a dans les deux cas un mouvement relatif de l'inducteur et de l'induit. Il en est de même des machines dans lesquelles on fait tourner en même temps et en sens opposé l'inducteur et l'induit ; on peut ainsi, tout en conservant une même vitesse sensiblement relative, diminuer de près de moitié la vitesse de chacun d'eux.

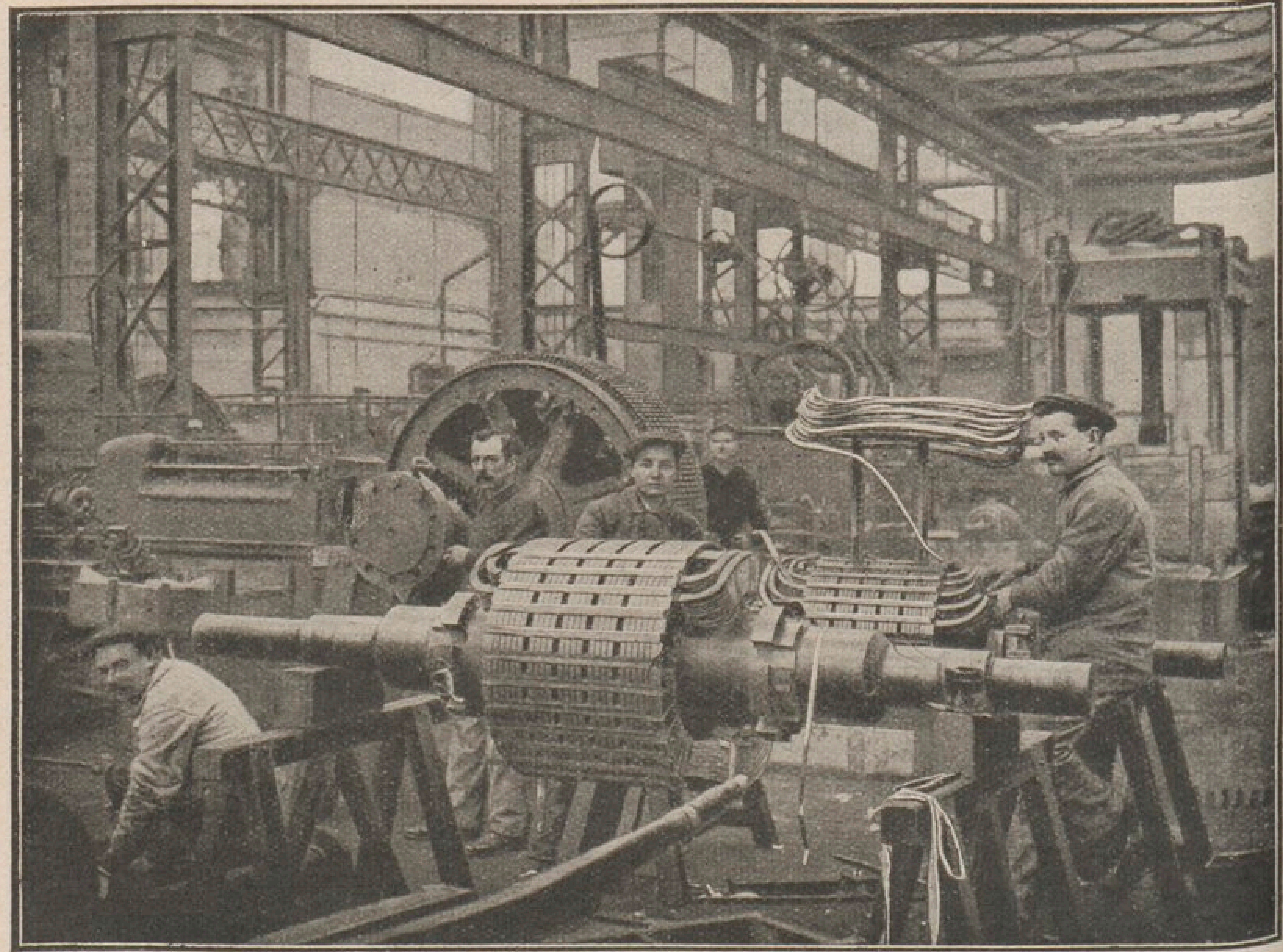
On a construit des dynamos dont les circuits inducteur et induit sont fixes ; ce sont les noyaux en fer doux des inducteurs qui tournent, et on obtient dans ce cas le courant d'induction par la variation de résistance du circuit magnétique : quand les noyaux mobiles sont placés entre les noyaux fixes de l'induit, la résistance est minimum ; quand, au contraire, les noyaux mobiles arrivent vis-à-vis des noyaux fixes, la résistance est maximum. Ces variations périodiques engendrent un courant alternatif.

Quand les machines doivent dépasser certaines dimensions, il est préférable d'employer des inducteurs multipolaires ; les pôles des inducteurs, toujours de nombre pair, sont répartis tout autour de l'induit en changeant alternativement de signe ; les balais étant calés vers le milieu des espaces séparant les pôles, on obtient autant de courants distincts qu'il y a de pôles circulant d'un balai au suivant dans les circuits ; on peut grouper ces courants, soit en quantité, soit en tension.

La production totale d'électricité d'une machine est réglée par des lois absolument identiques à celles qui régissent l'induction, c'est-à-dire que la force électromotrice produite est toujours proportionnelle à l'intensité



VUE PRISE DANS UN ATELIER DE BOBINAGE DE STATORS OU PARTIES FIXES D'ALTERNATEURS



OUVRIERS PROCÉDANT AU BOBINAGE A LA MAIN D'UN ROTOR D'ALTERNATEUR

Les fils, de très gros diamètre, mais très souples, employés à ce bobinage sont en cuivre rouge pur d'une haute conductibilité ; malgré leur grosseur, ils se bobinent très aisément.

du champ magnétique et à la longueur du fil enroulé sur les bobines induites, et qu'elle augmente avec la vitesse de rotation de l'induit.

Toute dynamo à courant continu est réversible, c'est-à-dire qu'elle peut transformer le courant électrique en énergie mécanique ; elle est donc susceptible de servir comme moteur, et un moteur électrique est en tous points semblable, comme construction, à une dynamo ordinaire.

La machine qui engendre le courant, de quelque nature qu'il soit, est la *génératrice* et celle qui le reçoit est la *réceptrice* ou *moteur*.

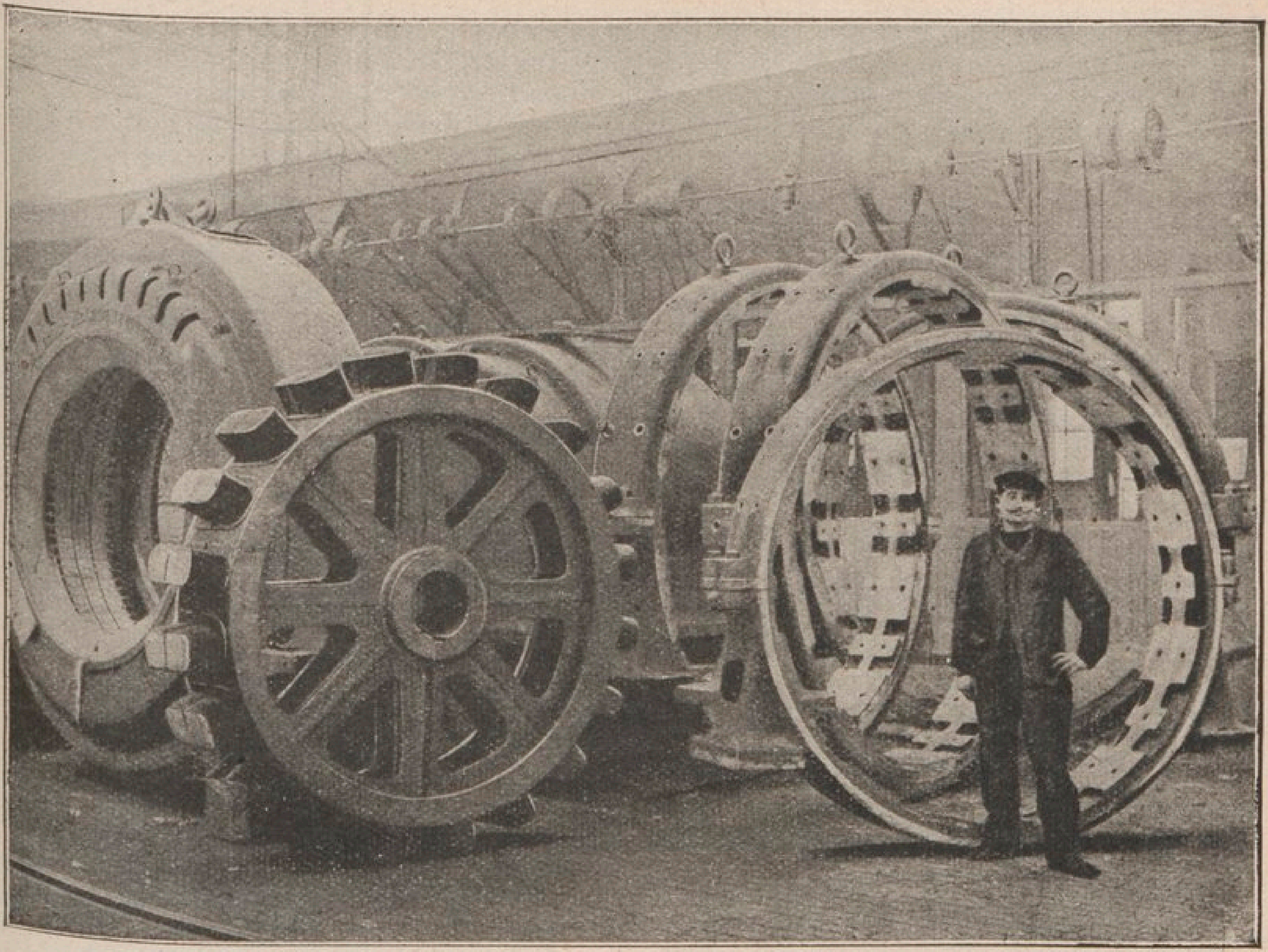
Les machines à courant alternatif peuvent également, comme celles à courant continu, être utilisées comme moteurs, mais cela sous certaines conditions d'ordre technique.

Le nombre des systèmes de dynamos imaginés par les inventeurs est considérable, et les constructeurs sont légion, en raison de l'énorme développement pris par les applications de l'électricité. Il serait oiseux de les décrire tous. Ils sont, d'ailleurs, basés, les uns et les autres, sans exceptions, sur les principes établis plus haut. Leur construction ne diffère, en somme, que par des dispositions plus ou moins heureuses.

Les courants produits par les dynamos étant naturellement alternatifs, ainsi qu'on a pu le voir par ce qui a été dit précédemment, puisque le courant se renverse à chaque passage de la bobine devant les pôles d'électros, on conçoit que la construction des dynamos à courants alternatifs, ou *alternateurs*, doive être relativement simplifiée, car l'on n'a plus besoin de collecteur ; et les étincelles qui résultent trop fréquemment d'un calage défectueux des balais n'existent plus.

Pour procéder à leur construction, il suffit de faire passer les bobines induites devant les pôles des électros inducteurs. Il faut, nécessairement, alimenter ceux-ci avec du courant continu, et l'on utilise à cet effet une petite machine produisant ce courant ; elle est adjointe à l'alternateur, ce qui a, il est vrai, le désavantage d'introduire une complication dans l'installation.

La machine Siemens à courants alternatifs et celle de Ferranti-Thomson sont à disque ; l'armature de l'induit sans fer de cette



GROUPE DE CARCASSES MÉTALLIQUES DE DYNAMOS ET D'ALTERNATEURS
Les alternateurs mono, bi ou triphasés, à axe vertical ou à axe horizontal, sont construits soit pour commande par courroies ou par câbles, soit par accouplement direct.

dernière se compose d'un ruban de cuivre de 36 mètres de longueur, placé à la périphérie du disque et contourné suivant une forme sinueuse en regard des électros inducteurs. On conçoit que la résistance intérieure de cet induit soit extrêmement faible. Le champ magnétique créé est néanmoins d'une remarquable intensité (voir la figure page 89).

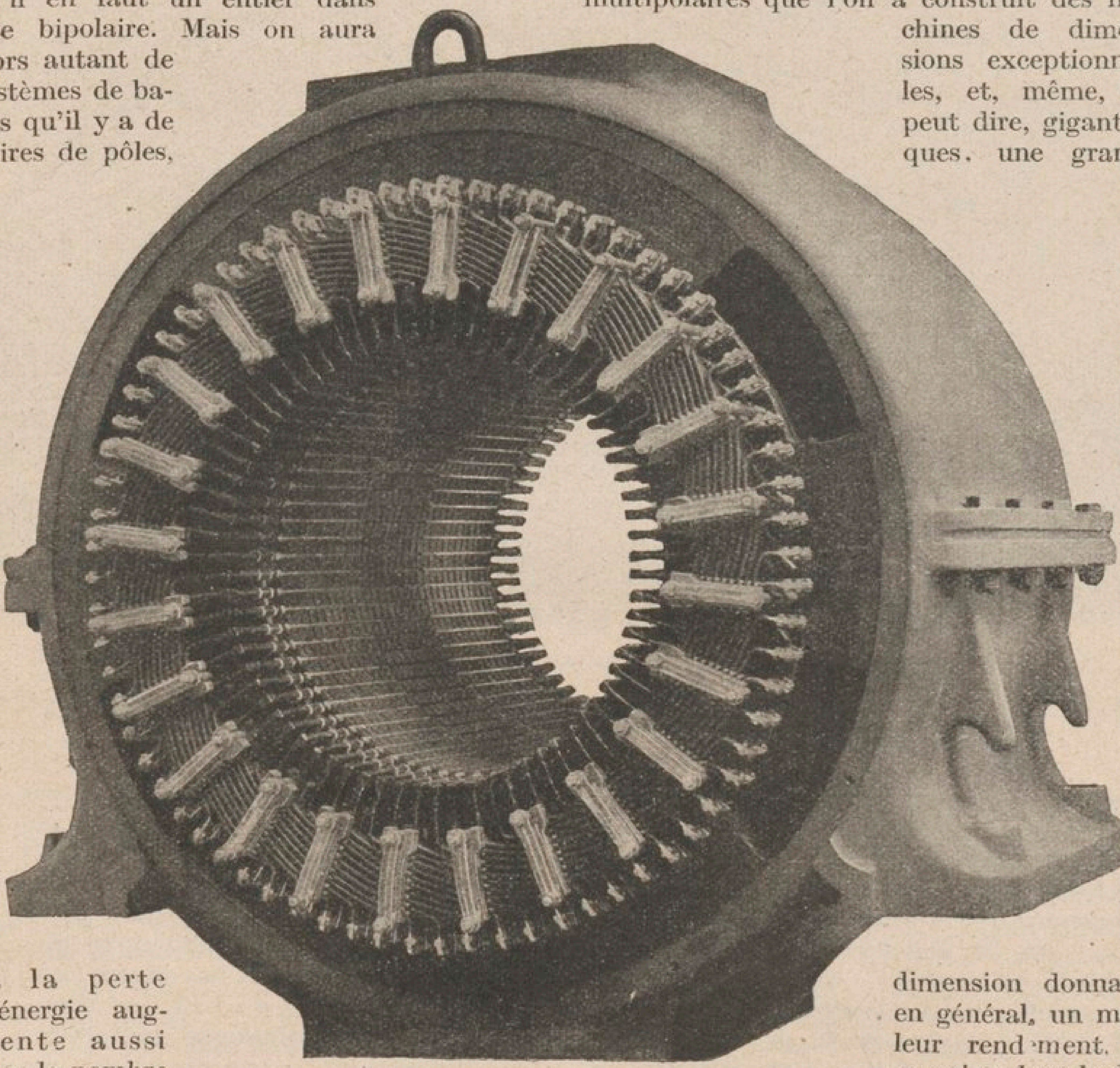
L'avantage de ces machines est d'avoir un induit relativement léger par suite de l'absence de fer, ce qui permet de leur donner une grande vitesse de rotation, favorisant ainsi l'augmentation de leur puissance.

En outre, on évite ainsi la formation des courants parasitaires de Foucault, diminuant le rendement. Mais, par contre, le coût de l'excitation augmente, parce qu'on est entraîné à augmenter le nombre des pôles, comme dans la machine Desroziers, qui est multipolaire. L'induit de cette dernière se compose de paires de disques en carton fixés de chaque côté du plateau en maillechort. Les fils ont un enroulement en zigzag dans lequel ils suivent les côtés d'un polygone étoilé, cet enroulement étant fait de manière que ceux-ci ne puissent donner lieu à des contacts, le fil traversant le carton à chaque sommet du polygone pour gagner un autre sommet. Tous les disques sont montés sur un même axe et tournent dans une enveloppe entre deux couronnes d'électro-aimants, comportant chacune six noyaux en fer soutenus par les flasques du bâti. Les signes des pôles d'une même couronne sont alternés, et les pôles opposés d'une même couronne sont de noms contraires, de sorte que les lignes de forces traversent à peu près normalement l'entrefer et y développent des champs d'une grande intensité. La machine Desroziers réalise de très sérieux perfectionnements.

Dans les dynamos multipolaires, bien plus puissantes que les bipolaires, l'induit tourne dans l'intérieur de la circonférence formée par les inducteurs. Il en résulte des courants induits qui prennent naissance dans chacun des champs magnétiques créés : s'il y a quatre pôles, par exemple, la machine, au lieu de présenter un système équivalent, comme dans la bipolaire, à deux piles réunies par leurs pôles de noms contraires, équivaudra

à quatre piles réunies deux par deux, par leurs pôles de noms contraires. Si on a sur l'induit autant de spires en tension que dans une bipolaire, pour chaque sens de courant, on obtiendra la même force électromotrice pour un même flux, avec une vitesse moitié moindre, puisque, pour quatre variations de flux, il ne faut qu'un demi-tour tandis qu'il en faut un entier dans une bipolaire. Mais on aura alors autant de systèmes de balais qu'il y a de paires de pôles, et la perte d'énergie augmente aussi avec le nombre des balais.

La machine Lontin fut une des premières de ce genre. Elle est dite *à pignons*, c'est-à-dire pourvue d'un induit à pôles séparés, nommé par l'inventeur : *pignon magnétique*. Celui-ci se compose d'un cylindre en fer sur lequel sont implantés des électro-aimants séparés, disposés par rangées de 12, perpendiculaires à l'axe, et chacune d'elles est un peu en retrait sur la précédente, de manière à former à la surface du cylindre douze lignes hélicoïdales à pas très allongé. Tous ces électros sont montés en tension comme les différentes sections d'un anneau Gramme.



STATOR (PARTIE FIXE) D'UN ALTERNATEUR DE 5.000 KILOWATTS, 1.500 TOURS PAR MINUTE

Ils tournent entre les pôles d'un électro-aimant méplat qui constitue l'inducteur.

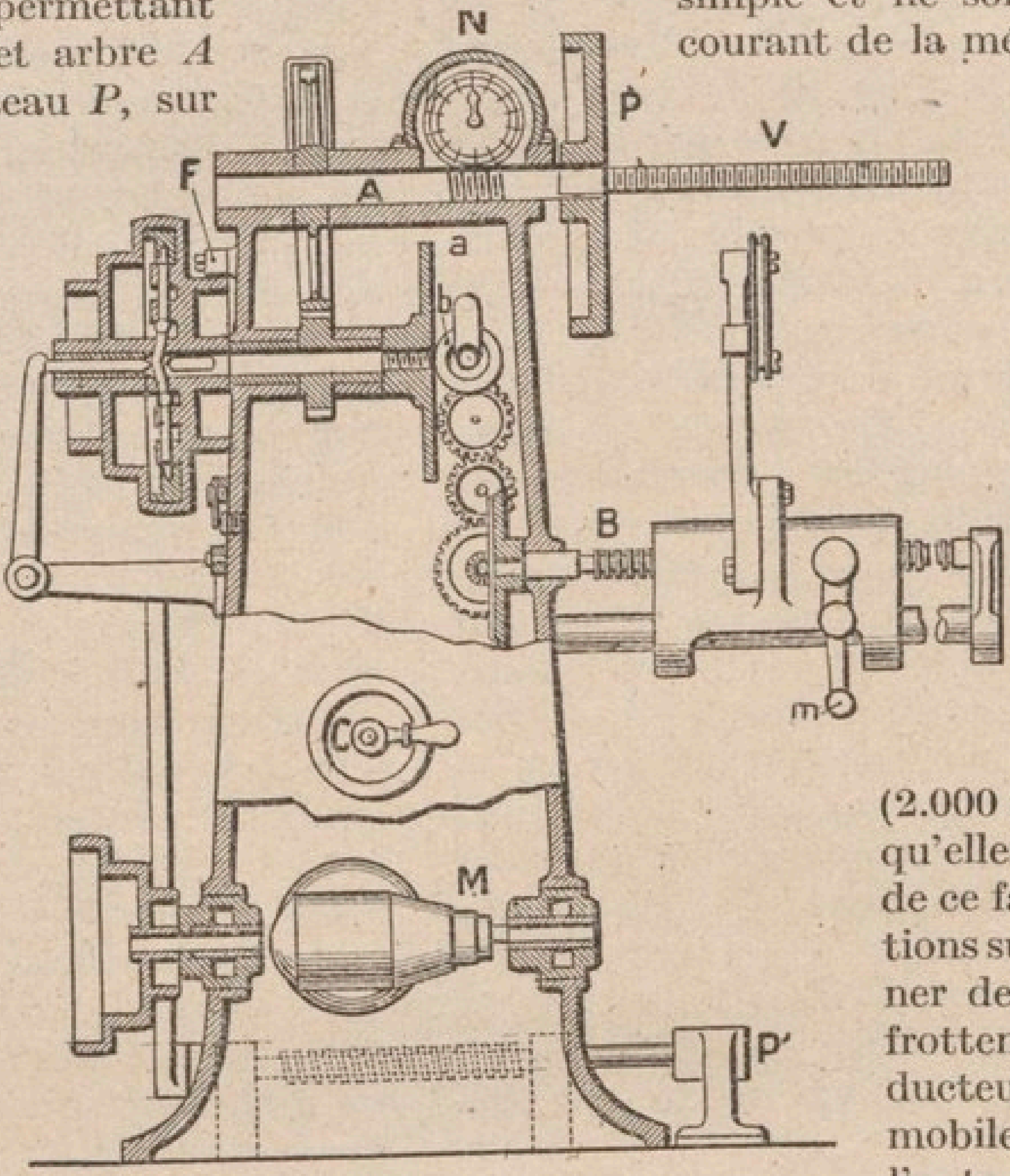
Des dérivations, prises entre chacune des bobines, viennent aboutir à des bornes disposées suivant une génératrice du pignon. L'ensemble de ces bornes, isolées du cylindre, forme un collecteur pareil à celui des machines Gramme. C'est surtout dans ce genre de multipolaires que l'on a construit des machines de dimensions exceptionnelles, et, même, on peut dire, gigantesques, une grande dimension donnant, en général, un meilleur rendement. Il en existe dont le diamètre de l'anneau d'induit dépasse dix mètres, et qui pèsent un nombre respectable de tonnes. Ce sont de véritables monuments de fer et de cuivre.

Le bobinage des inducteurs se faisait jadis à la main ou à l'aide d'appareils très primitifs ne fournissant qu'un travail lent et peu régulier. Mais on a construit des machines perfectionnées travaillant vite et avec toute la perfection possible. Elles sont de diverses sortes, toutes basées sur le même principe. Nous ne décrirons que celle publiée par l'*American Machinist*, dont nous donnons la reproduction page 89. Elle est actionnée

par un moteur électrique *M* dont le mouvement est transmis à l'arbre *A* par une courroie et des poulies étagées permettant de varier la vitesse. Cet arbre *A* se termine par un plateau *P*, sur lequel on peut fixer, à l'aide de la vis *V* les bobines ou les formes. L'embrayage est commandé par la pédale *P'*, disposée de façon que le débrayage fasse agir un frein *F*, qui arrête l'arbre et évite le déroulement du fil. La manette *C* commande l'appareil de mise en marche du moteur (fig. ci-contre).

L'avancement du fil est automatique; il est commandé par le galet de friction *b*. Un changement de marche, obtenu en mettant en prise deux pignons coniques différents avec la roue *c* donne l'avance automatique dans les deux sens. Cette avance se règle en déplaçant à l'aide d'une manivelle extérieure, le galet *b* sur le plateau *a*. La vis *B*, qui entraîne le chariot, agit sur un écrou que la manette *m* peut faire tourner, ce qui permet de rectifier l'enroulement pendant la marche. Le chariot guide le fil par un système de poulies qui permettent de régler la tension. La machine est munie d'un compteur *N* enregistrant le nombre de tours du fil sur le noyau.

La construction des grosses dynamos ne présente de difficultés qu'en raison du volume des masses métalliques mises en jeu, et elle nécessite un outillage puissant ainsi que des machines-outils des types les plus perfectionnés fournissant, dans les grandes usines, un travail de haute précision.



MACHINE A BOBINER LES NOYAUX D'ÉLECTROS

A, *arbre de la machine ;* P, *plateau sur lequel on fixe, à l'aide de la vis* V *les bobines ou formes devant recevoir l'enroulement de fil ;* P', *pédale commandant l'embrayage ;* F, *frein ;* C, *manette du moteur électrique* M ; a b, *plateau et galet de friction ;* B, *vis entraînant le chariot et agissant sur un écrou que la manette* m *peut faire tourner afin de rectifier l'enroulement du fil sur les bobines ;* N, *compteur.*

MACHINE FERRANTI-THOMSON

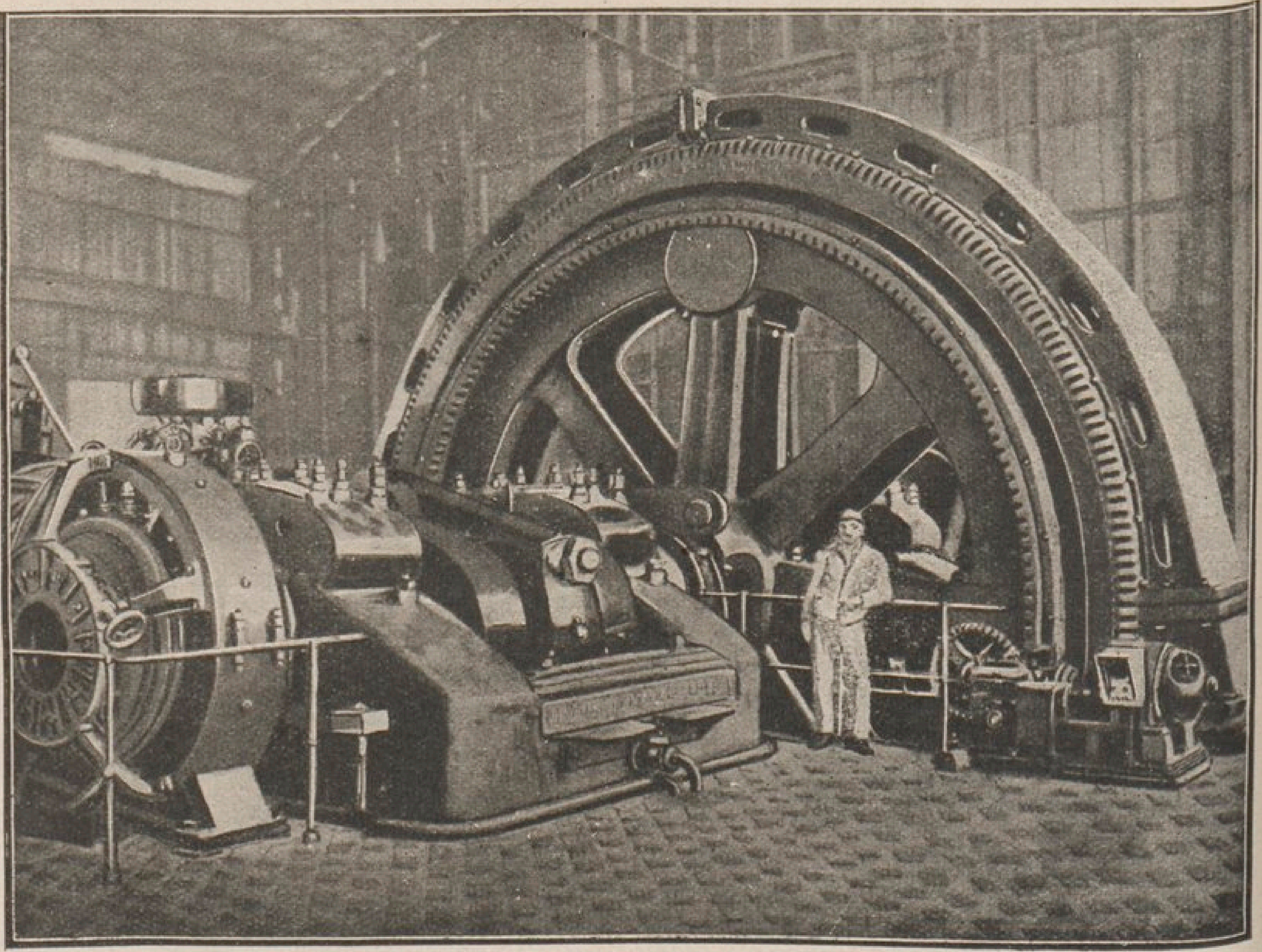
Ruban de cuivre formant l'armature de l'induit et passant devant les électro-inducteurs.

Mais la fabrication des dynamos ordinaires, de dimension moyenne ou petite, est assez simple et ne sort pas du travail courant de la mécanique soignée. Il faut, toutefois, que leur montage soit très précis, et que l'équilibrage des parties mobiles soit parfait afin qu'elles puissent résister aux efforts considérables de la force centrifuge créée par la grande vitesse de rotation (2.000 à 3.000 tours), et qu'elles ne subissent pas, de ce fait, des déformations susceptibles d'amener des contacts et des frottements entre l'inducteur fixe et l'induit mobile, séparés l'un de l'autre, ainsi qu'on l'a dit plus haut, par un *entrefer* extrêmement étroit. On en fabrique depuis un certain temps en série, ce qui a permis d'abaisser dans des proportions considérables leur prix de revient, et, par conséquent, leur prix de vente, qui était jadis assez élevé. Ainsi, avant la guerre, on payait 4 à 8 francs une dynamo-moteur, très petite il est vrai, avec anneau à trois bobines, sans point mort, fonctionnant avec le courant de deux éléments au bichromate ou des accumulateurs. Une dynamo à bobine Siemens de 6 volts et 2 ampères, valait 20 francs ; celle de 8 volts et 2 ampères, 26 francs, et 12 francs de plus celle de 10 volts et 4 ampères. Un type du même genre, mais plus robuste, fournissant 10 volts et 4 ampères à 2.800 tours, et pesant 6 kilos, valait 60 francs, et 75 francs quand elle fonctionnait

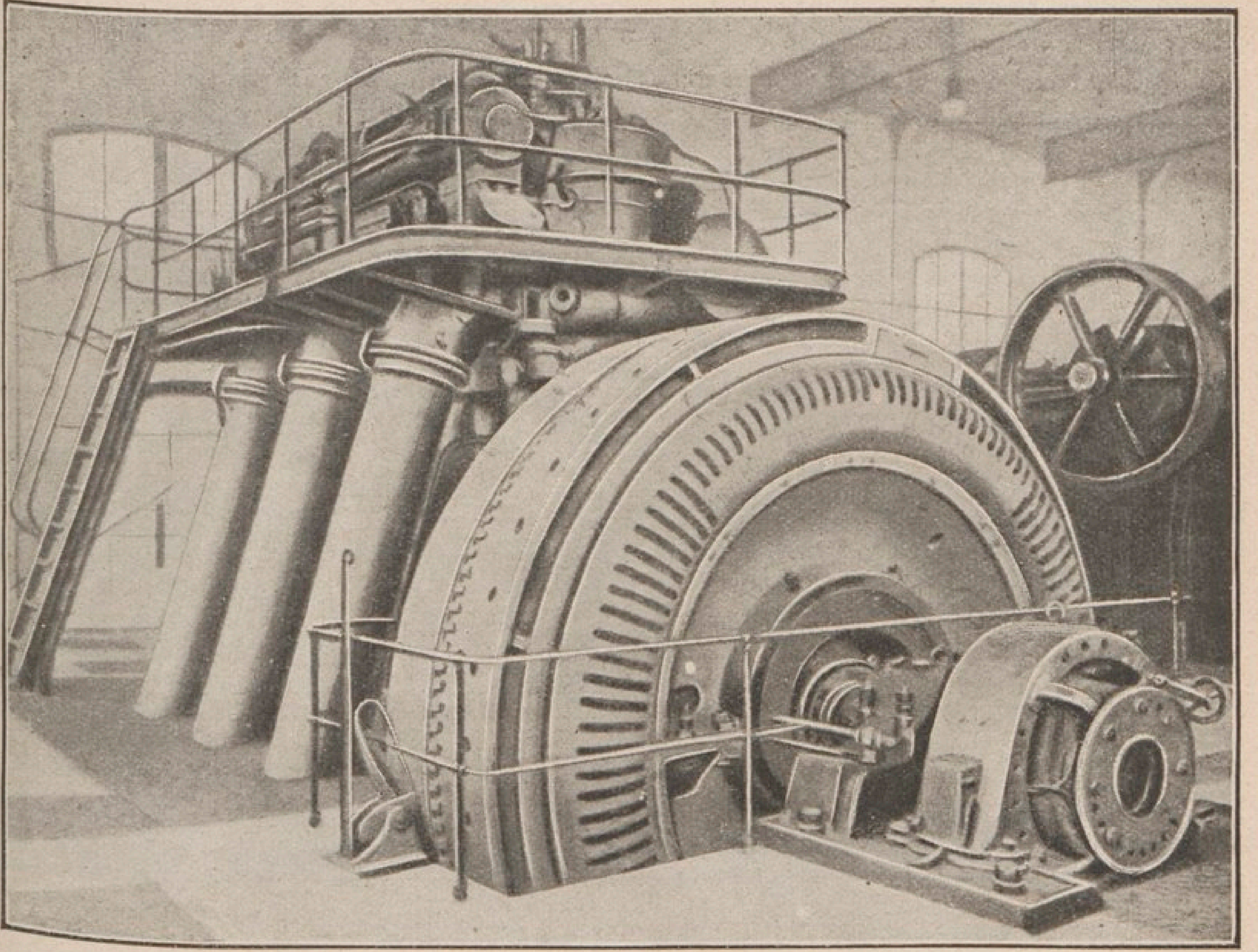
à bras par volant à manivelle. Enfin, une dynamo à anneau Gramme, excitation en dérivation, fournissant de 5 ampères et 15 volts à 8 ampères et 25 volts (à 2.000 tours) et pesant 11 à 18 kilos, se facturait 120 à 150 francs. La force absorbée par le dernier de ces modèles était de un tiers de cheval.

Cette construction est même si aisée qu'un amateur possédant un petit outillage peut y procéder lui-même avec succès, et c'est là un passe-temps amusant développant l'habileté manuelle, dont nous dirons quelques mots.

La machine la plus facile à construire est celle dite à tambour, du type Siemens ; et c'est aussi celle qui donne le meilleur rendement, n'ayant pas de *fil mort.* L'amateur se procurera un cylindre plein en fer doux, bien tourné et du diamètre qu'il voudra donner à la bobine (soit 4 centimètres) et il l'évidera sur toute sa longueur, à droite et à gauche de l'axe, de manière à ne laisser au milieu qu'une épaisseur de métal égale au quart de la grosseur du cylindre, lequel constitue le tambour. Cet évidement se fait au moyen d'outils appropriés, tels que scie, burin, lime, etc... Il abattra ensuite une portion de métal aux deux extrémités de la partie droite reliant les deux fractions de cylindre ainsi formées, soit 0 m. 02 à chaque bout si ledit cylindre mesure 0 m. 10 de longueur. Il obtiendra ainsi un logement pour bobiner les fils sans que ceux-ci fassent saillie dans les bouts. La section du tambour représentera alors un fer à double T, arrondi aux ailes (figure page 94). Il est clair que l'on arrivera au même résultat, sans l'emploi du burin et de la lime, qui est assez délicat et que tout le monde ne connaît pas, en utilisant un fer à double T (toujours en fer doux) de dimensions convenablement choisies, surtout en ce qui concerne l'épaisseur de la partie centrale droite, dont on arrondira les ailes, et que l'on centrera ensuite soigneusement sur le tour. Mais avec ce dernier moyen, il est assez difficile d'ajuster et surtout de centrer l'arbre de couche. Ensuite, le fil de cuivre, recouvert de soie, est bobiné dans les encoches du tambour (qui ont été vernies à la gomme laque afin d'assurer un bon isolement), parallèlement à l'axe, c'est-à-dire dans le sens de la longueur. La tension et l'intensité du courant fourni par la



GÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE A COURANTS TRIPHASÉS DE 4.300 KILOWATTS, 3.500 VOLTS, 50 PÉRIODES, TOURNANT A RAISON DE 94 TOURS PAR MINUTE



ALTERNATEUR TRIPHASÉ DE 630 KILOWATTS, 5.000 VOLTS, 50 PÉRIODES, 250 TOURS PAR MINUTE, ACCOUPLÉ DIRECTEMENT A UN MOTEUR DIESEL

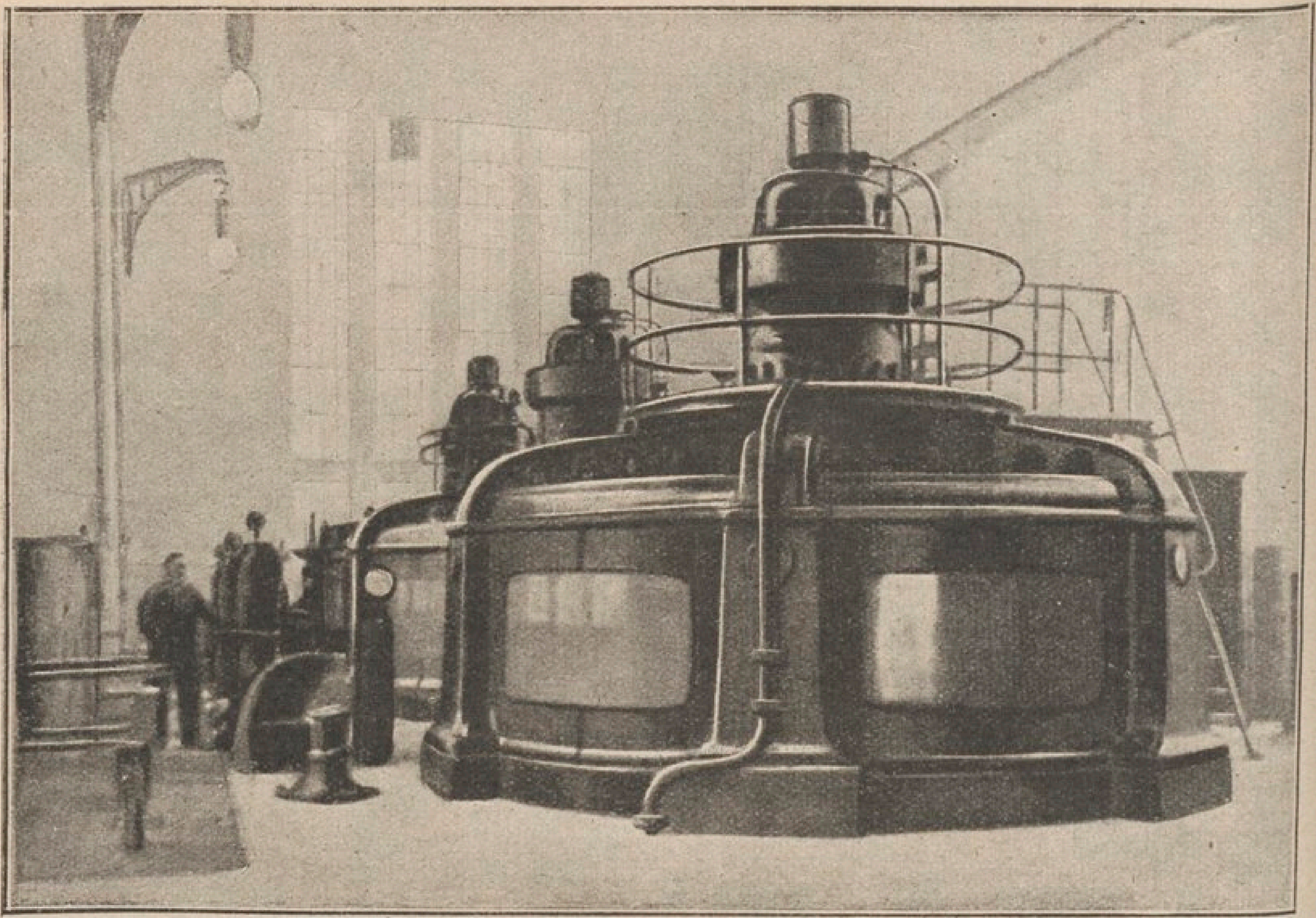
machine dépendront évidemment de la longueur et de l'épaisseur de ce fil, soit un volt pour un mètre de fil environ et 5 ampères pour une section de 1 millim. carré de fil. Si celui-ci n'a que 1/2 millim. carré de section il en faudra 15 à 18 mètres pour remplir les encoches du tambour ayant les dimensions indiquées plus haut, et l'induit pourra fournir environ 16 volts et 2 ampères.

Pour former les arbres (car cet induit est destiné à tourner) deux disques de cuivre, munis d'une tige métallique de 0 m. 006 de diamètre rivée à leur centre et parfaitement centrée, sont fixés aux deux extrémités du tambour, à l'aide de vis, entre les deux portions de cylindre qui dépassent. Une d'elles, pourvue d'un petit ergot en relief soudé à sa surface, est recouverte d'un anneau d'ébônite constituant la partie isolante du commutateur-redresseur du courant, lequel anneau est entouré d'abord d'une virole entière en laiton mince, ensuite de deux demi-viroles, écartées l'une de l'autre et de la virole entière, de 0 m. 002. L'une de ces demi-viroles est en rapport immédiat, par une vis traversant l'ébonite, avec la tige métallique centrale, laquelle est reliée à une extrémité du fil de l'enroulement, et l'autre, avec la virole entière par une languette en cuivre vissée, virole à laquelle est soudée l'autre extrémité du fil induit.

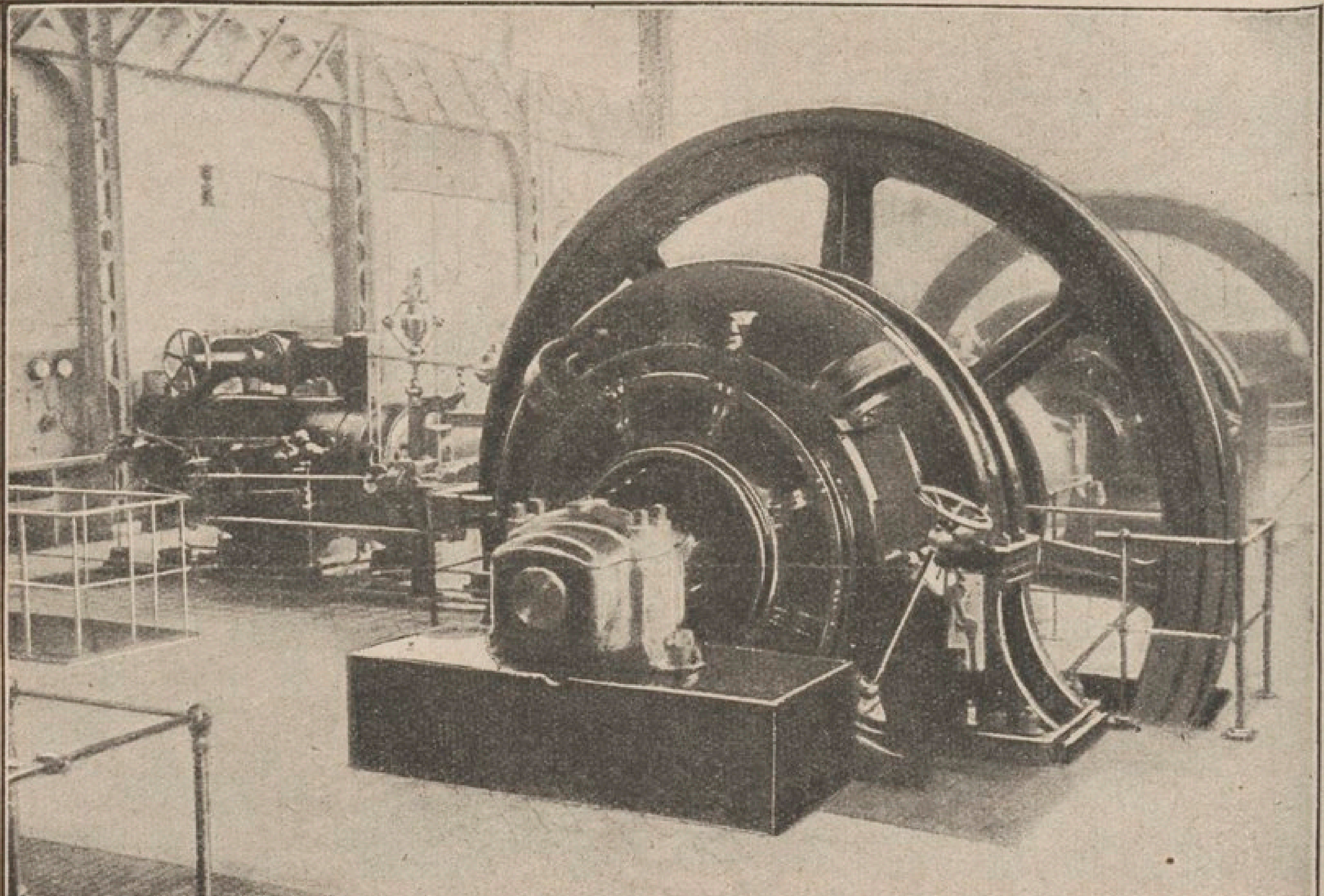
En disposant deux lames de cuivre formant ressort en regard l'une de l'autre, de manière à ce qu'elles frottent sur les demi-viroles, on comprend que, lorsque ces frotteurs, par suite du mouvement de rotation, passeront d'une demi-virole à l'autre, ce sera au moment précis de l'inversion du courant dans la bobine, et, par conséquent, le courant ne changera pas de sens dans le circuit extérieur. Par l'emploi de ce redresseur automatique, on aura donc du courant continu.

Si on voulait obtenir des courants alternatifs, on encastrerait, sur le manchon isolant, deux bagues de cuivre, isolées l'une de l'autre, chacune d'elles en rapport avec un bout du fil enroulé sur la bobine. Les deux frotteurs recueillent les courants qui, prenant naissance dans l'enroulement, parviennent à ces bagues et les envoient immédiatement dans le circuit extérieur d'utilisation.

L'induit terminé sera logé entre les pièces



PHOTOGRAPHIE D'UN GROUPE DE TROIS ALTERNATEURS TRIPHASÉS A AXE VERTICAL



VUE D'UNE DYNAMO MULTIPOLAIRE ACCOUPLÉE A UNE MACHINE A VAPEUR

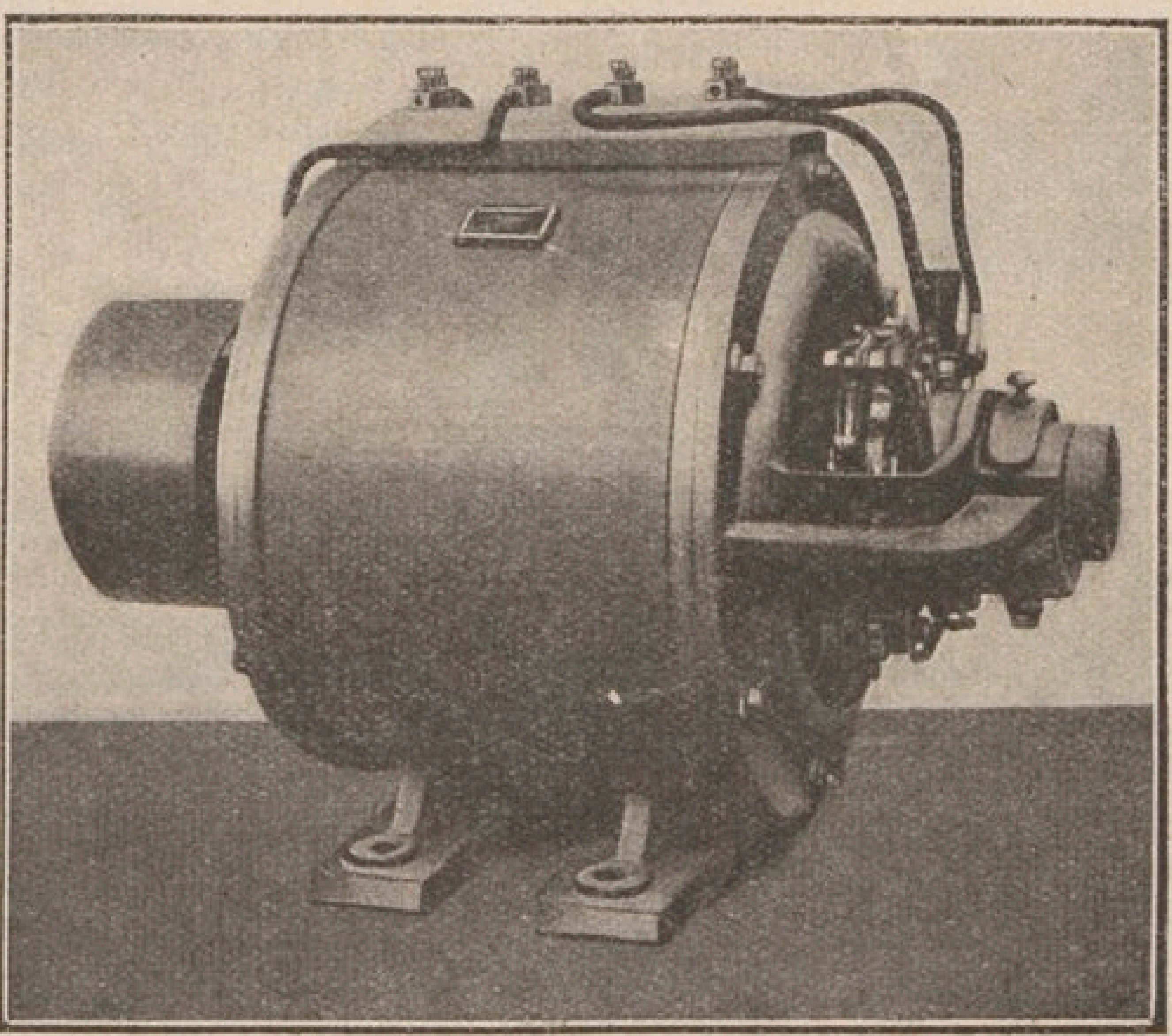
polaires de deux électro-aimants inducteurs plats. Leur construction, qui repose sur les les principes que nous avons exposés au cours de cet article, ne présente rien de particulier. L'enroulement du fil sur les bobines, en cuivre très mince, se fait, non plus en long, mais concentriquement. On interpose entre chaque couche du vernis à la gomme-laque. Quatre ou cinq couches peuvent suffire, comme il peut y en avoir un plus grand nombre, mais il faut avoir soin de mettre autant de tours sur une bobine que sur l'autre, car, s'il n'en était pas ainsi, on produirait un plus grand nombre de lignes de forces dans le champ magnétique de la bobine comportant davantage de conducteurs: comme l'autre ne pourrait lui en opposer autant, l'excédent des lignes de forces venant de la première bobine traverserait le fer de la seconde sans passer par l'induit, et elles seraient donc perdues pour lui.

On réunit, par une torsade soudée et isolée, le fil entrant d'une bobine au fil sortant de l'autre.

Les deux noyaux sur lesquels ce fil est enroulé sont constitués par des plaques de fer ou de fonte douce dont la largeur (y compris l'enroulement du fil) et dont l'épaisseur doivent être égales respectivement à la longueur et au diamètre du tambour induit. Ils sont en fer plein et alésés très exactement au diamètre voulu, de manière à ce que l'espace annulaire existant entre eux et la périphérie de l'induit, et que l'on nomme l'*entrefer*, soit aussi faible que possible, ce qui est essentiel pour obtenir un bon rendement.

Ou bien, ce qui vaut mieux, ils sont *feuilletés*, c'est-à-dire formés par un nombre convenable de tôles très minces, vernies et séparées les unes des autres par des feuilles de de papier huilé ou paraffiné et solidement boulonnées ensemble. Ils doivent avoir leurs pôles de même nom placés en regard l'un de l'autre, de manière à former deux champs magnétiques d'orientation inverse, l'un au-dessus et l'autre en-dessous (si ces inducteurs sont placés verticalement) ou l'un à droite et l'autre à gauche (s'ils sont placés horizontalement).

Au moment du montage, on devra donc essayer séparément les deux bobines en s'aidant d'une petite boussole et en intervertissant au besoin les jonctions des fils jusqu'à ce que les pôles soient bien en place, ce qui est facile, car le sens de la circulation du courant dans les bobines suffit à déterminer la naissance de deux pôles aux deux extrémités : on aura tel ou tel pôle à tel ou tel bout du noyau tout simplement en changeant le sens du courant. Il ne reste plus qu'à poser les bornes reliant le circuit de la machine au circuit extérieur et à mettre en place l'induit dans ses paliers solidement fixés dans des montants boulonnés sur le socle les inducteurs étant pareillement boulonnés. Le trou du palier par lequel doit passer l'arbre de l'induit est alésé au diamètre de celui-ci, puis revêtu sur toute sa longueur de deux demi-cylindres en cuivre rouge constituant les coussinets. L'emplacement correspondant de l'arbre est amaigri à l'endroit où se fait l'appui et forme une portée cylindrique de la longueur du coussinet.



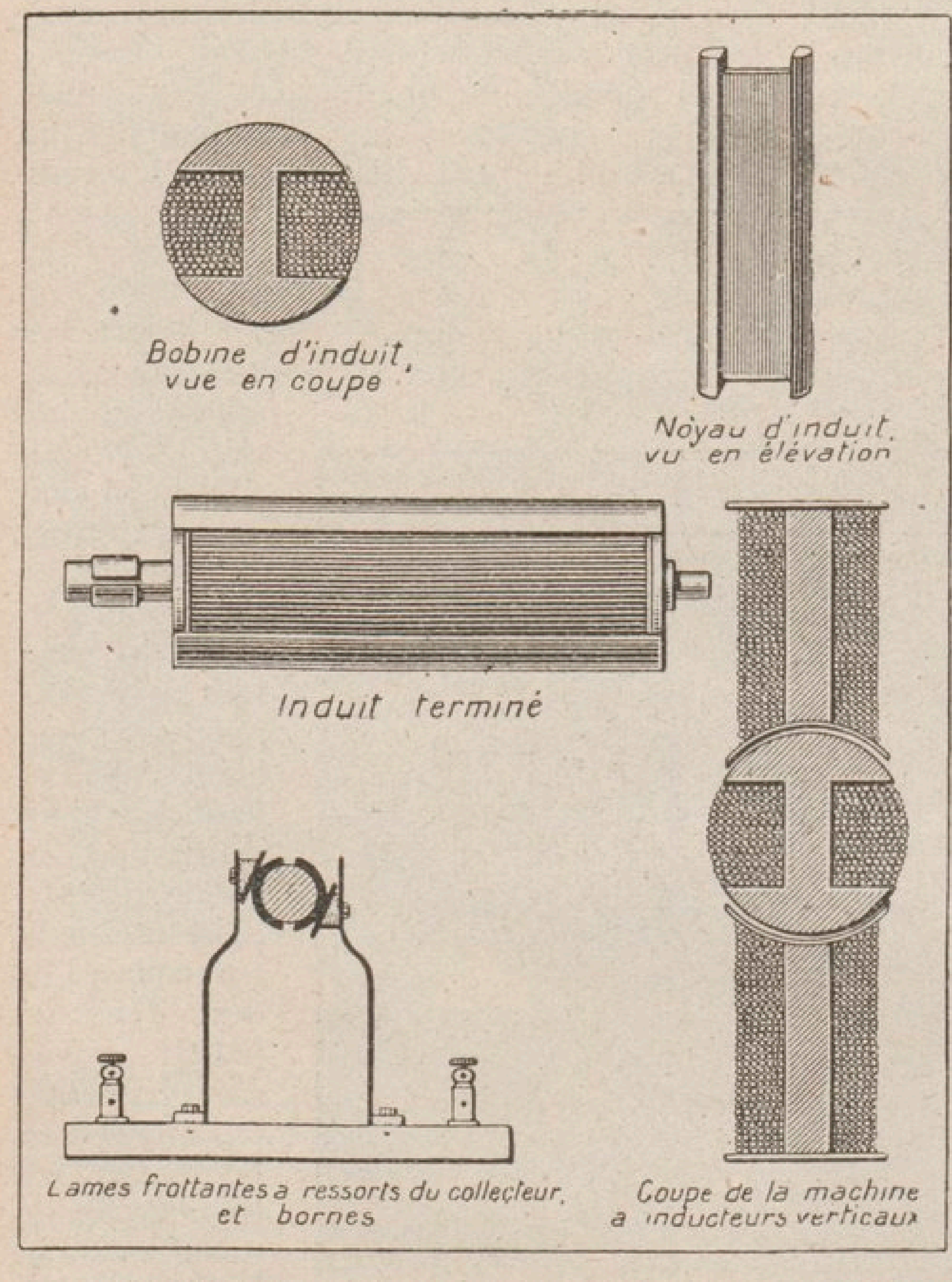
DYNAMO RÉCEPTRICE, OU MOTEUR ÉLECTRIQUE, DES ÉTABLISSEMENTS SCHNEIDER, DU CREUSOT

Le dessus du palier et le coussinet supérieur sont percés d'un trou taraudé sur lequel on visse un graisseur, car la vitesse de rotation étant considérable, il est indispensable que ces pièces soient constamment lubrifiées.

Les inducteurs peuvent être disposés verticalement ou horizontalement.

Le courant produit par le mouvement de rotation de l'induit est recueilli, ainsi qu'il est dit plus haut, sur le collecteur à l'aide de lames de cuivre formant ressort pour donner un frottement suffisant (ou bien par des balais frotteurs métalliques ou en char-

bon) appliquées tangentiellement de chaque côté. Ce collecteur est monté sur l'un



PETITE DYNAMO, GENRE SIEMENS POUVANT ÊTRE CONSTRUITE PAR UN AMATEUR

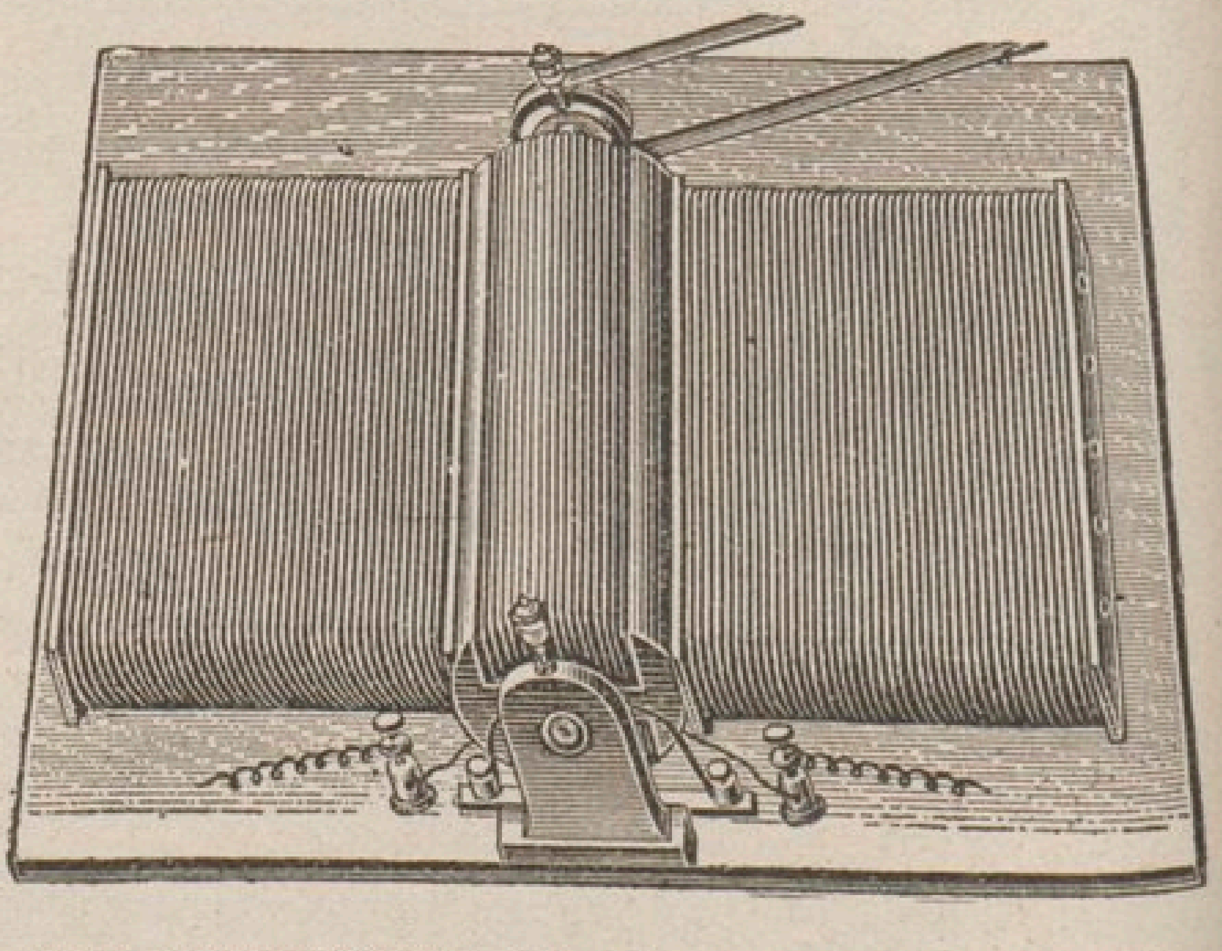
Planche montrant les différentes pièces de la machine avant leur montage.

des bouts de l'arbre de l'induit ; à l'autre extrémité est fixée la poulie recevant la courroie de transmission donnant le mouvement rapide de rotation.

Enfin, on effectue les connexions établissant le circuit électrique de la machine. Si celle-ci doit être excitée *en série*, on attache à l'une des lames frottantes (ou à l'un des porte-balais frotteurs) l'extrémité de l'un des fils de l'inducteur, et l'autre fil libre de ce même inducteur est relié au pied d'une des bornes d'attache du circuit extérieur. Un troisième fil réunit l'autre lame frottante (ou l'autre porte-balai) à la borne restant libre. Ces bornes doivent être isolées électriquement du socle (qui est en bois de sapin) ainsi d'ailleurs que les supports des lames frottantes ou des balais. Si la machine doit être excitée *en dérivation*, les deux fils des inducteurs s'attachent aux lames frottantes (ou aux porte-balais) et deux fils réunissent lesdites lames aux bornes.

On oriente convenablement, à la main et par tâtonnement, les lames frottantes, ou les balais, sur le collecteur en s'aidant des principes exposés au cours de cet article. Leur emplacement normal est le point de frottement de chacune d'elles, diamétralement opposées l'une à l'autre, où il se produit le minimum d'étincelles, soit un peu en avant de la ligne neutre. On les fixe à l'aide de petites cales et de vis de serrage.

Il est plus simple et généralement suffisant dans ces petites machines d'amateurs peu sujettes à des variations de charge, d'opérer ce calage des frotteurs une fois pour toutes. Dans le cas contraire, et si le débit de la machine doit varier fréquemment, ce qui implique, ainsi qu'on l'a expliqué précédemment, un déplacement correspondant des frotteurs, ceux-ci doivent être agencés sur des pinces mobiles de telle façon qu'on puisse les faire tourner à volonté d'un certain angle (angle



VUE PERSPECTIVE DE LA MACHINE A INDUCTEURS HORIZONTAUX TERMINÉE

de calage) autour du collecteur. Leur construction est alors un peu plus compliquée.

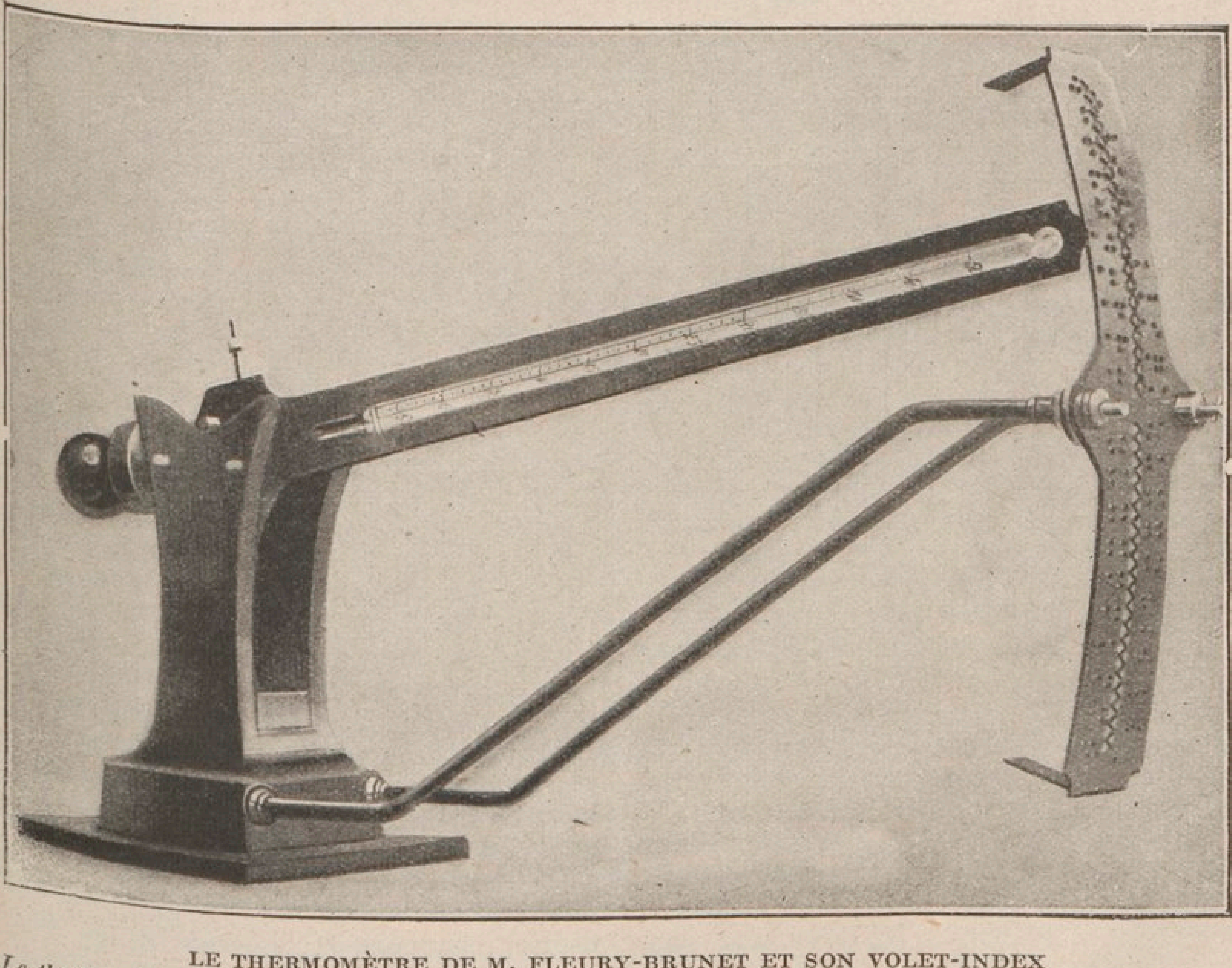
RODOLPHE BANG.

Les photographies qui illustrent cet article nous ont, pour le plus grand nombre, été aimablement communiquées par la Compagnie Electro-Mécanique, que nous tenons à remercier ici de son obligeance.

UN THERMOMÈTRE POUR AVEUGLES

Par César BOUVIER

DEPUIS son invention par Galilée, en 1592, le thermomètre a subi des modifications variées et de multiples perfectionnements, soit pour l'approprier à des usages spéciaux, soit pour déterminer les températures avec une plus grande précision. L'appareil primitif du grand savant italien semble avoir été un thermomètre à air assez grossier, ressemblant quelque peu à l'instrument employé actuellement dans les cours de physique pour démontrer la dilatation des gaz. Son élève Sagredo l'utilisa de cette façon. Galilée lui-même parle des degrés ou des températures relatives de certaines localités d'Italie. De son côté, Sagredo avance qu'on peut déterminer facilement des différences de température de 100°, et dans une de ses lettres datée de 1615, il rapporte que son thermomètre le plus exact avait marqué 360° comme température la plus élevée de l'été tandis que plongé dans un mélange réfrigérant de neige et de sel marin, il avait indiqué une température inférieure, au minimum de l'hiver, du tiers de la différence entre le maximum et le minimum annuels. Ces expressions paraissent montrer qu'il réalisait son échelle thermométrique en recourbant un long tube étroit autour d'un cercle gradué dont il soudait l'extrémité inférieure au réservoir rempli d'un liquide (eau, vin ou huile). Quoi qu'il en soit, les célèbres souffleurs de verre de Florence, pensionnés par Ferdinand II, grand-duc de Toscane, fabriquèrent pour la première fois cet instrument sous sa forme actuelle. Puis on utilisa successivement les variations d'une propriété quelconque de corps très divers sous l'influence de la chaleur, depuis le



LE THERMOMÈTRE DE M. FLEURY-BRUNET ET SON VOLET-INDEX

Le thermomètre à mercure est associé à un levier-fléau qui s'abaisse progressivement quand la colonne liquide s'élève dans la tige de l'instrument et se redresse quand elle descend.

mercure et l'alcool jusqu'à des gaz comme l'azote et l'hydrogène. On construisit des thermomètres différentiels, des pinces thermo-électriques qui reposent sur l'existence d'une force électromotrice et par le fait d'un courant mesuré à l'aide d'un galvanomètre, dans un circuit comprenant deux soudures à des températures différentes. On réalisa des bolomètres basés sur la variation de la résistance électrique d'un fil métallique avec la température, des thermomètres à maxima et à minima, des thermomètres enregistreurs, des pyromètres, etc. Les physiciens proposèrent, d'autre part, trente-cinq échelles ou graduations différentes ! Enfin, aujourd'hui, nous avons le devoir de signaler à l'attention publique une nouvelle curiosité thermométrique, le *thermomètre pour aveugles.*

Cet appareil, inventé par M. Fleury-Brunet, est une originale *balance calorimétrique* avec laquelle on « pèse la température », si je puis m'exprimer ainsi. Le résultat s'obtient par l'association d'un thermomètre à mercure avec un levier-fléau qui, utilisant le déplacement horizontal du centre de gravité produit par la modification de la colonne liquide le long de la tige de l'instrument, permet aux aveugles la lecture digitale des degrés sur un volet-index.

L'inventeur a réalisé sa conception d'une façon élégante et sobre. Sur la partie supérieure d'un pied massif se trouvent enchâssés deux coussinets d'onyx, et, de sa base, partent deux barres d'acier au bout desquelles glisse un volet-index *V* d'aluminium ajouré et cintré. Ce volet-index porte une graduation en caractères Braille allant de zéro (en haut) à 40° centigrades (en bas) ; des perforations intermédiaires indiquent les demi-degrés. Les coussinets soutiennent, en outre, par l'intermédiaire d'un axe-couteau *C* le levier-fléau, également en aluminium et qui forme la pièce principale de l'instrument, car il porte, fixé sur son grand bras qui se termine en pointe, un thermomètre à mercure ordinaire. Une boule fixe *B* et deux molettes *M*, *m*, disposées sur le petit bras du fléau, constituent des organes annexes afin de faciliter le tarage de l'ensemble. La colonne de mercure joue le rôle de curseur : elle commande seule les oscillations du fléau, et, suivant les variations de température entre 0 et 40°, elle peut occuper toutes les positions comprises de T^1 à T^3, la position horizontale T^2 correspondant à 20°.

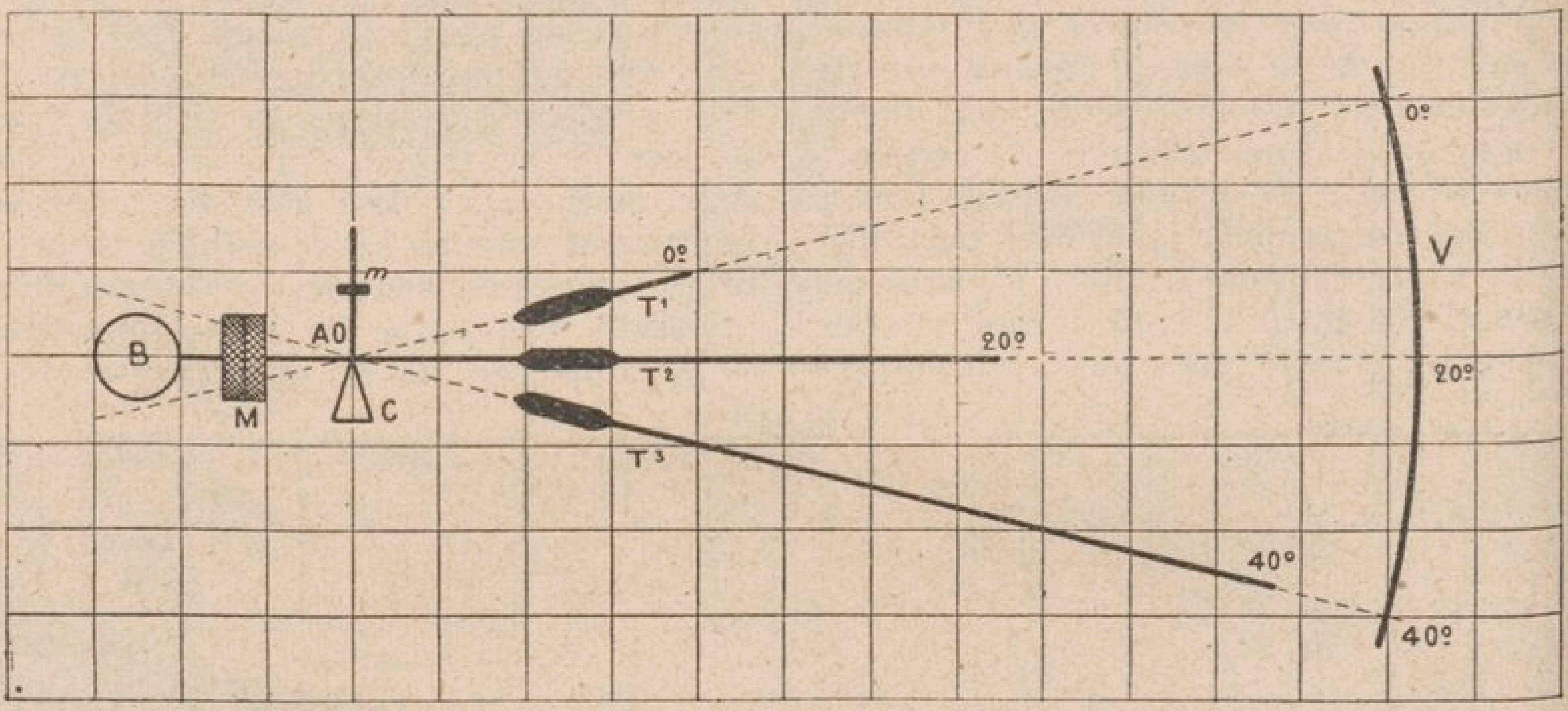


SCHÉMA MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU THERMOMÈTRE POUR AVEUGLES

AO, *point d'appui;* B, *boule de tare;* C, *couteau;* M, *molette;* m, *molette de sensibilité;* T¹, *position du thermomètre à zéro dégré;* T², *position du thermomètre à 20 degrés;* T³ *position du thermomètre à 40 degrés;* V, *volet de lecture portant des caractères Braille.*

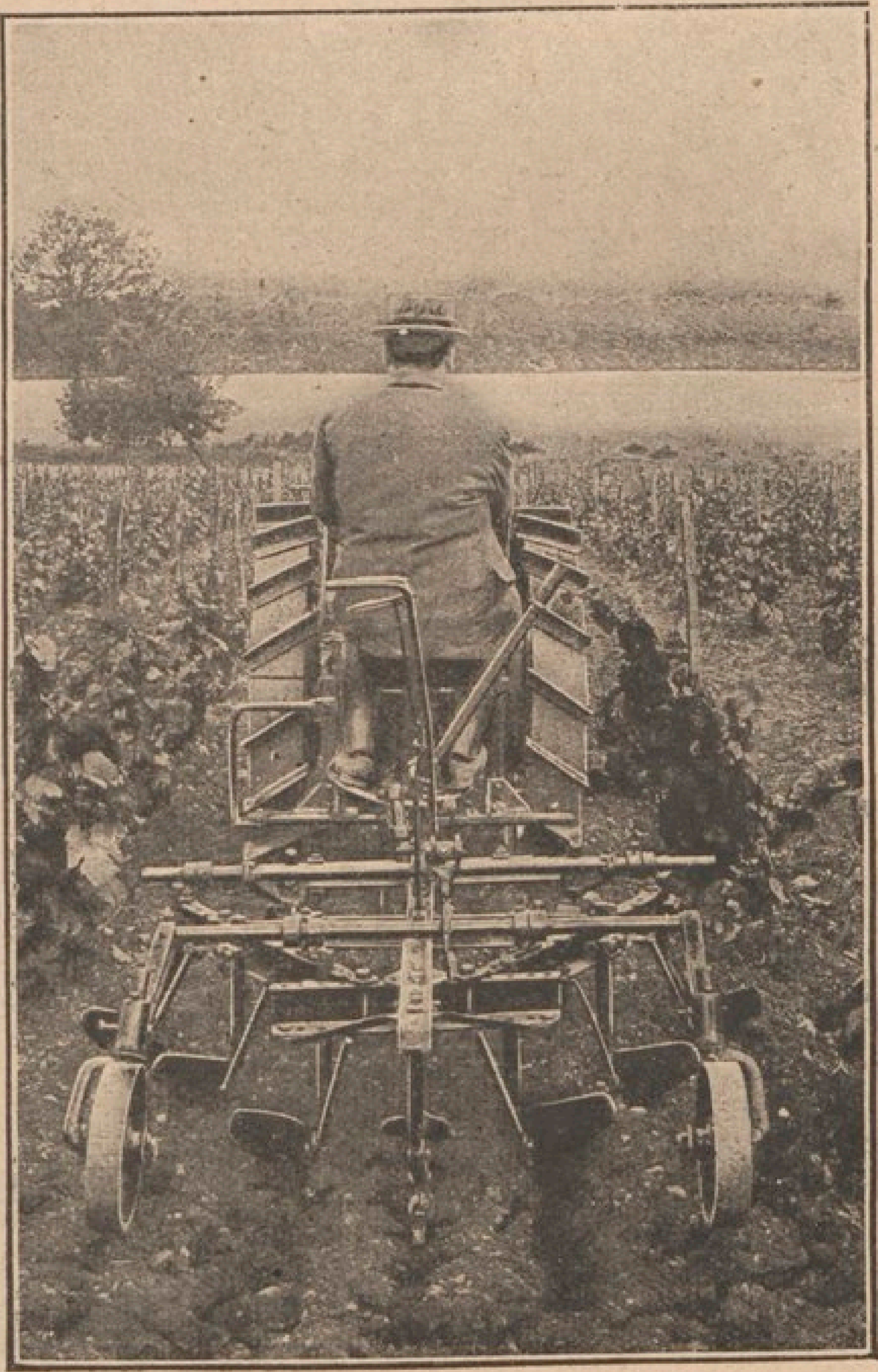
Lorsqu'un aveugle désire savoir le degré indiqué par l'appareil, il lui suffit de rapprocher le volet-index du levier-fléau dont la pointe vient alors s'enclencher dans une perforation dudit volet, et il n'a plus qu'à placer le doigt sur le chiffre Braille correspondant pour connaître la température. Puis, aussitôt sa lecture faite, il écarte le volet-index de la pointe du levier-fléau pour lui rendre sa liberté. En définitive, le thermomètre Brunet, dont le jury du dernier concours Lépine de Paris a consacré le mérite par un grand prix, est d'un fonctionnement commode et, grâce à lui, les personnes privées de la vue pourront apprécier les températures tout aussi bien que les clairvoyants.

CÉSAR BOUVIER

DANS LES GRANDES EXPLOITATIONS LE VIN SE FAIT MÉCANIQUEMENT

Par Edgard BRYAND

Le temps n'est pas encore venu où des bras de fer, remplaçant les bras actifs des vendangeuses, cueilleront la grappe de raisin cachée sous les feuilles et la déposeront sur de petits chemins de fer qui la transporteront, sans perte de temps et sans fatigue, jusqu'au cellier et au pressoir. Ce jour-là, s'il arrive, la dernière couleur locale aura disparu ; la vendange, qui est une des grandes fêtes de la vie des champs, ses cortèges joyeux, ses pressoirs installés dans les rues du village, cette odeur qui, par les chaudes soirées, envahit la campagne, tout cela ne sera plus que souvenir ; car, dès aujourd'hui, à partir du moment où la récolte est rentrée, la mécanique s'en empare. Dans la fabrication du vin, la mission de l'homme n'est plus que surveillance ; sa main, que l'on pourrait croire, en tant de circonstances, irremplaçable, ne joue plus qu'un rôle épisodique; des moteurs, des machines électriques, des arbres de transmission, des câbles, des engrenages, des vis sans fin font tout. La vigne a donné sa grappe qui, une fois l'usine traversée, est devenue, en quelques heures, vin, marc et tourteaux.



LA CULTURE MÉCANIQUE DE LA VIGNE

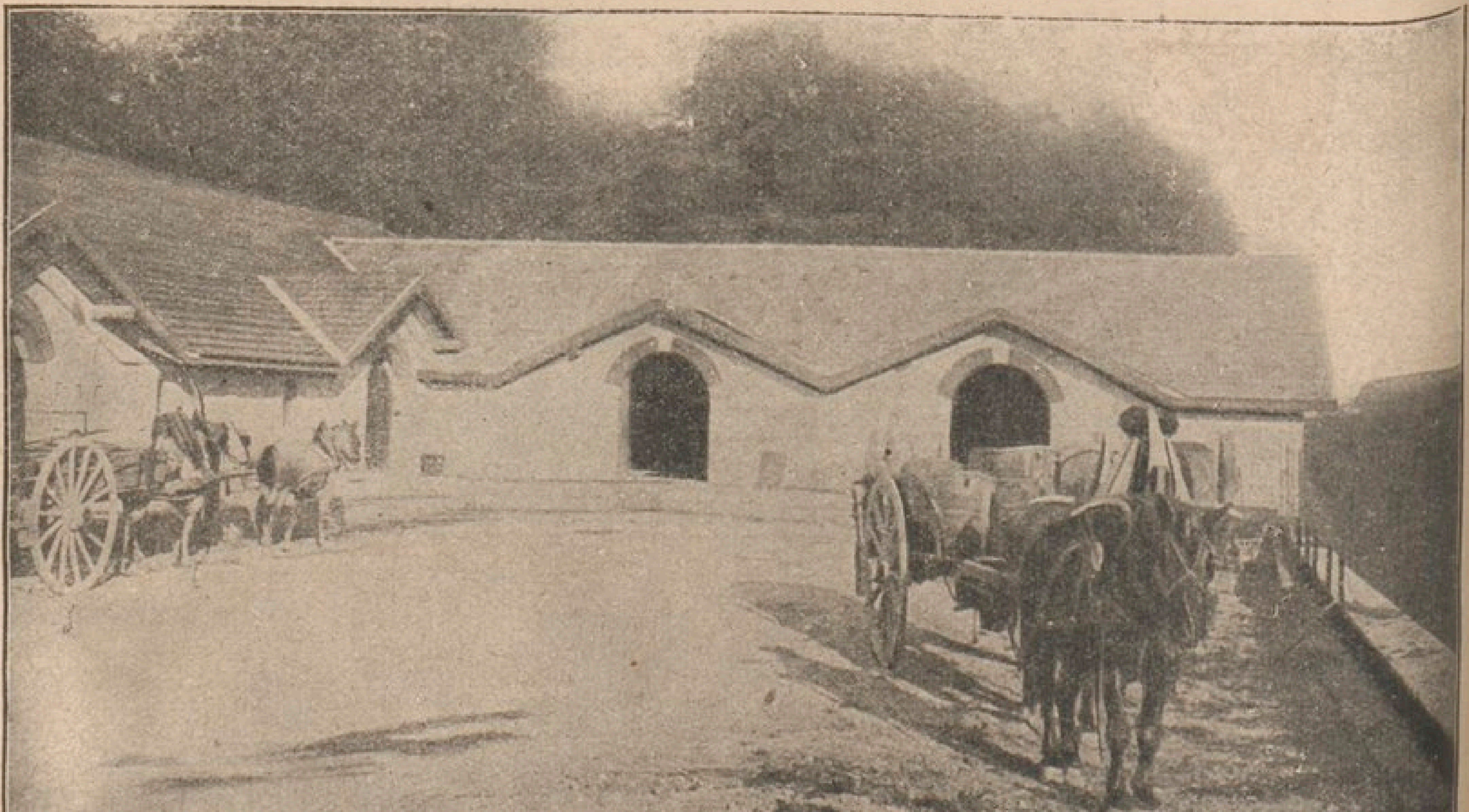
Un petit tracteur à pétrole remorque entre les ceps la charrue ou autres instruments de culture.

Déjà, la culture elle-même de la vigne se fait mécaniquement. Il existe des tracteurs automobiles à pétrole construits spécialement à cet effet ; leurs dimensions sont telles et la facilité de leur manœuvre est assez grande pour pouvoir évoluer facilement et avec une parfaite régularité de travail dans les interlignes, sans que l'outil se rapproche trop près des ceps. Les vignobles les plus récents sont, en effet, établis sur des rangées parallèles espacées de 1 m. 50 à 2 mètres avec ou sans échalas ou fil de fer ; beaucoup même sont plantés à une distance plus rapprochée encore. C'est donc entre des limites très restreintes qu'il faut se mouvoir et actionner des instruments efficaces contre les végétations parasitaires, mais réglés de telle sorte que les racines de la vigne et, à certaines époques, les pampres et les rameaux portant les grappes, soient convenablement protégés. Faible encombrement, maniabilité très grande, facilité de manœuvre et de conduite, puissance suffisante, telles sont les qualités nécessaires à un bon appareil viticulteur. Le tracteur dont nous donnons ci-dessus une reproduction

LES LOURDES CHARRETTES TRANSPORTENT LES VENDANGES AU CELLIER

mesure à peine un mètre de large et peut, quand il arrive à l'extrémité d'une rangée, virer presque sur place pour s'engager dans la rangée parallèle voisine. Ses roues motrices sont, dans ce but, indépendantes l'une de l'autre, si bien qu'en immobilisant l'une d'elles, l'autre entraîne l'appareil et le fait pivoter autour de la roue restée immobile. Un moteur de 10 chevaux suffit pour remorquer la charrue ou tout autre appareil aratoire.

Mais là s'arrête l'emploi de la mécanique dans la culture de la vigne. Jusqu'à nouvel ordre, la vendange se fait à la main, les grappes cueillies sont jetées dans des paniers ou des hottes et amenées ainsi jusqu'à la charrette qui, une fois son chargement fait, le transporte au cellier. Dans les très grandes exploitations, des lignes de chemin de fer à

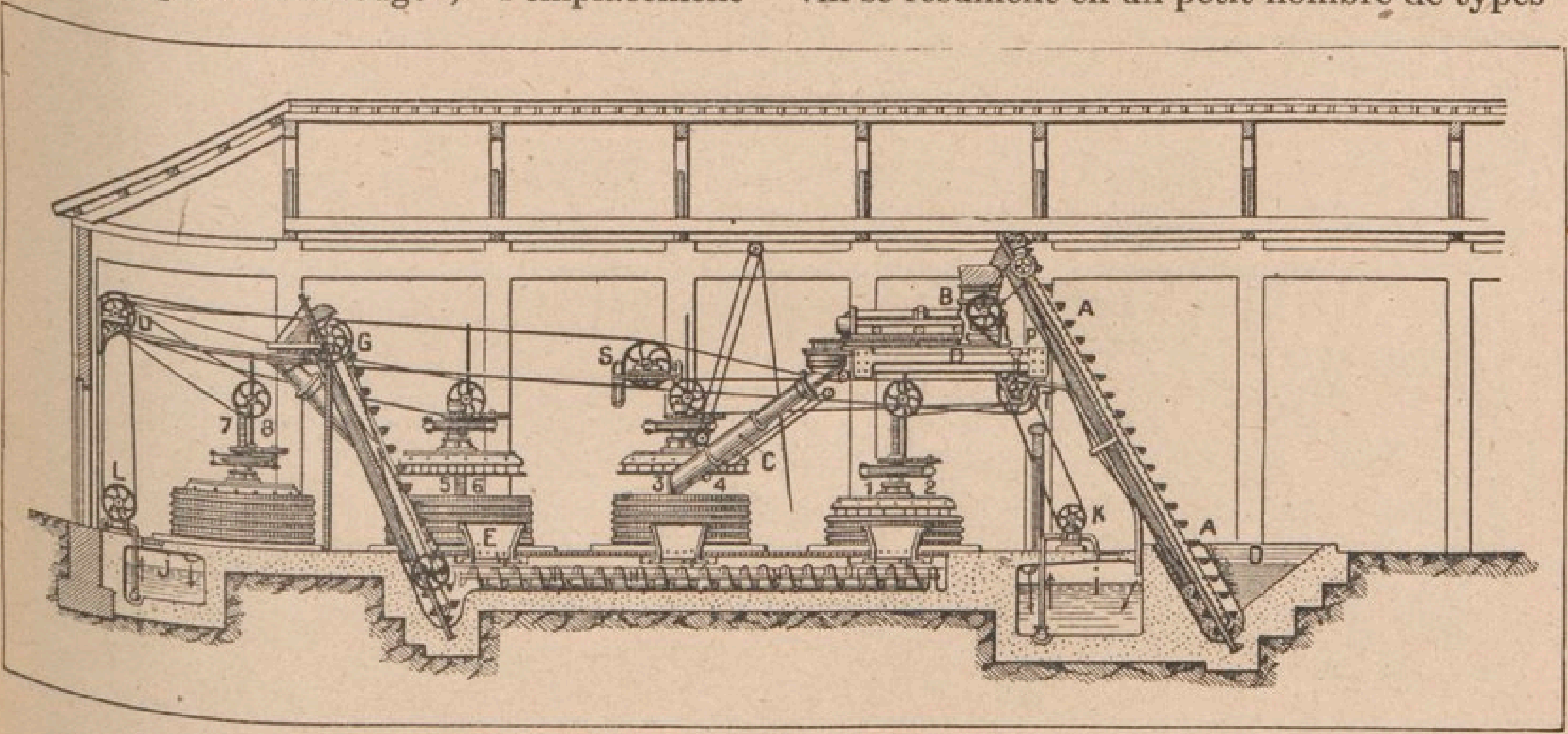


TYPE ORDINAIRE DE CELLIER DU MIDI OU LA VENDANGE EST APPORTÉE

voie étroite sont établies au long des champs, qu'elles relient à l'usine à l'aide de wagonnets remplaçant les charrettes, mais ces installations sont encore très rares; elles tendent cependant à se développer. Nous allons donc prendre le raisin à son entrée dans le cellier et nous suivrons sa marche jusqu'à la sortie des machines et à sa mise en tonneaux.

Les instruments qui servent à la fabrication mécanique du vin sont si nombreux que les installations qui en découlent sont de dispositions bien différentes selon la production, la nature et la qualité des raisins traités; le mode de vinification que l'on voudra entreprendre : vin blanc, vin rouge ou partie en blanc et partie en rouge ; l'emplacement changent selon les régions aussi bien que selon la qualité des produits. On peut toutefois ramener les installations à trois types distincts, correspondant au mode de travail à exécuter, c'est-à-dire, comme nous l'indiquions tout à l'heure, suivant que l'on désire obtenir du vin blanc ou du vin rouge ou les deux indifféremment. Pour chacun de ces cas particuliers nous décrirons, avec tous les détails nécessaires, une installation déjà existante qui sera, en quelque sorte, le prototype de toutes les installations similaires.

Qu'ils soient de formes ou de dimensions différentes, les appareils que comporte une installation de fabrication mécanique du vin se résument en un petit nombre de types



INSTALLATION MÉCANIQUE VINAIRE POUR LA FABRICATION DU VIN BLANC

O, fosse en ciment où est vidée la vendange; A, élévateur; B, fouloir-égouttoir; C, coulotte à tubes se télescopant; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, pressoirs; D, réservoir en ciment; E, émietteuses de marc placées au-dessus d'un transporteur à hélice; G, élévateur de marc, qui le dirige sur les derniers pressoirs.

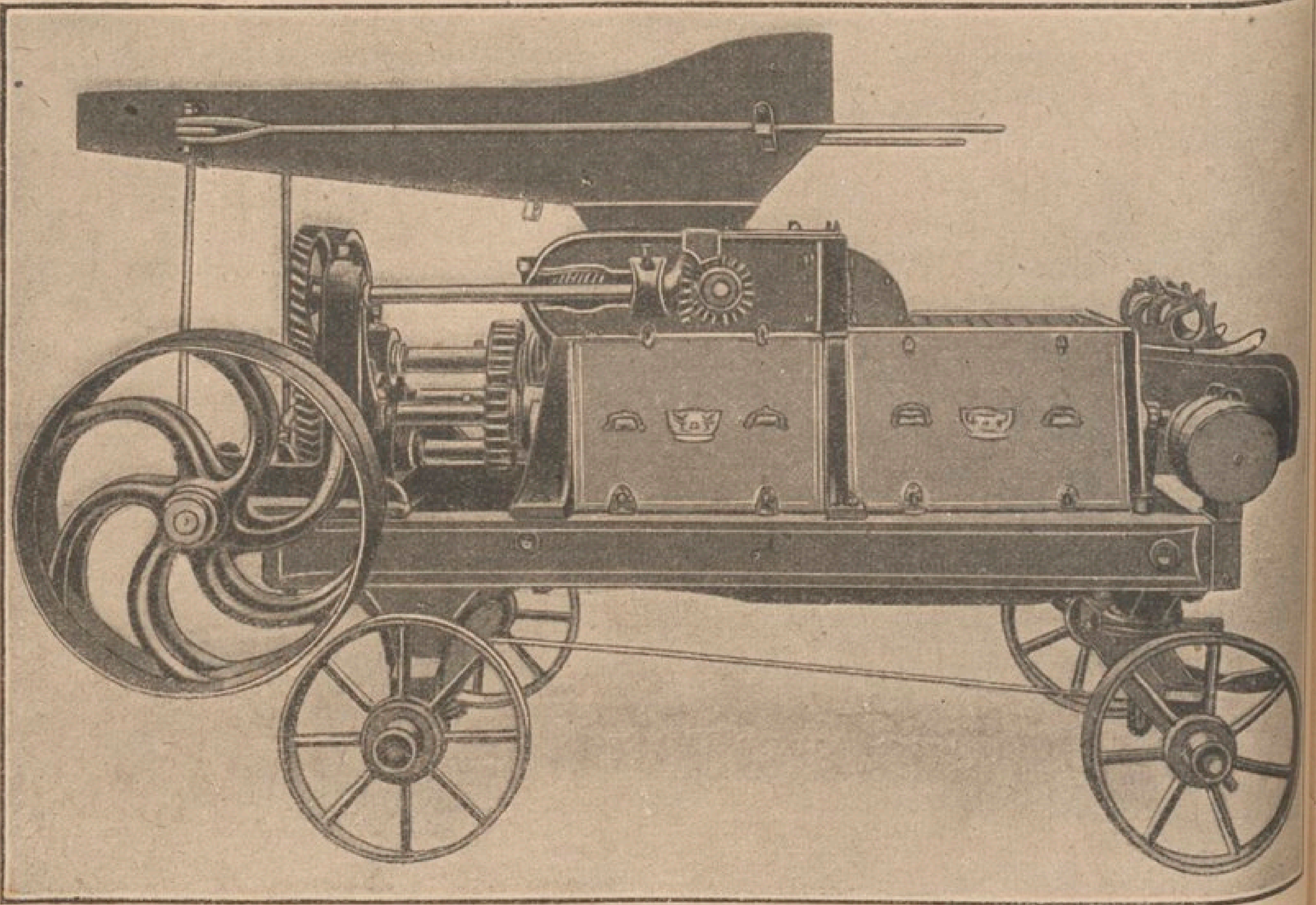
choisi pour monter l'installation, que ce soit un ancien cellier ou un bâtiment à construire ; la dépense à engager ; la région où l'installation est à monter ; le point de vue personnel du propriétaire, etc... Il est évident que l'on ne songera pas à employer les mêmes procédés pour exprimer le jus des raisins champenois que pour traiter des vins du Midi ou d'Algérie. Les pressoirs utilisés en Bordelais ne sont pas semblables à ceux que les Bourguignons ou les Beaujolais tiennent à voir dans leur cellier. De là cette variété d'articles de même type, inusitée dans toute autre industrie, et qui se retrouve même dans le choix des appareils employés pour les installations mécaniques. Dans bien des cas, il s'agit d'utiliser un matériel ou un local existant, ce qui n'est pas fait pour simplifier le problème. En fait, les conditions qui sont : les pressoirs à vis, avec leurs accessoires perfectionnés, ressorts accumulateurs de pression, auto-déclic, claies extensibles ; les presses continues ; les pressoirs hydrauliques ; les pompes de compression ; les débourbeurs de moûts qui, au sortir du pressoir, éliminent les grosses lies et les bourbes, évitant ainsi le décantage ; les émietteurs de marc, qui préparent la vendange entre deux pressurages ; les fouloirs, fouloirs-égrappoirs, fouloirs-égouttoirs, premiers appareils dans lesquels passe la vendange ; les élévateurs et les transporteurs.

Une des installations mécaniques les plus importantes pour la fabrication du vin blanc est celle de la maison Cinzano, de Turin, qui a été établie par M. Marmonnier, de Lyon, et dont M. Champard a donné dans le *Progrès agricole* une description détaillée. Le maté-

riel qui y est employé comporte deux élévateurs ; un fouloir-égouttoir complété par une coulotte tournante en tubes se télescopant de façon à accéder à tous les pressoirs ; huit pressoirs, trois émietteuses de marc ; un transporteur à hélice placé au-dessous des émietteuses, dans un auget en ciment ; enfin, un moteur à gaz pauvre de 18 chevaux actionnant tous les organes de transmission : arbres, courroies, etc... (fig. page précédente).

La vendange, achetée aux propriétaires de la région, est amenée sur des chariots portant des cuves d'une contenance moyenne de 12 à 20 quintaux. Dès leur arrivée, ces chariots sont soigneusement pesés et tarés sur un pont-bascule placé à l'entrée, de façon que la marchandise fournie par chaque propriétaire soit vérifiée. Leur contenu est déversé dans la fosse en ciment *O* de l'élévateur *A*, dont les godets saisissent les raisins et les montent dans un fouloir-égouttoir *B* qui va les broyer et en extraire la plus forte proportion de vin de goutte. Son rendement est d'environ 70 % du moût extrait, ou 50 % du poids de la vendange. Ce moût est recueilli dans un réservoir en ciment *D* placé au-dessous de l'égouttoir, d'où il se dirige dans un autre réservoir inférieur pour se mélanger avec celui provenant des pressoirs. Ce premier moût pourrait être mis à part s'il était nécessaire. Le débit normal de l'élévateur et du fouloir-égouttoir, dont le fonctionnement est simultané, est de 15 à 18.000 kilos de vendange à l'heure.

A l'extrémité du tambour égoutteur sortent les raisins foulés et égouttés qui tombent de leur propre poids dans une coulotte tournante *C* qui dirige la masse de vendange alternativement vers les quatre premiers pressoirs. Chacun de ceux-ci demande environ une heure pour être rempli d'une quantité équivalente à 18.000 kilos de vendange fraîche. Aussitôt que les pressoirs ont fait leur plein, l'ouvrier chargé de leur manœuvre déplace un levier et fait descendre la lourde charge métallique, composée de poutrelles d'acier assemblées, jusqu'au marc. Le liquide, en s'écoulant, fait diminuer peu à peu le volume du gâteau de marc qui finit par atteindre un degré de résistance par tassement correspondant à la pression maximum donnée par le mécanisme de serrage. Alors se produit automatiquement le déclanchement des clavettes qui arrête ainsi tout pr

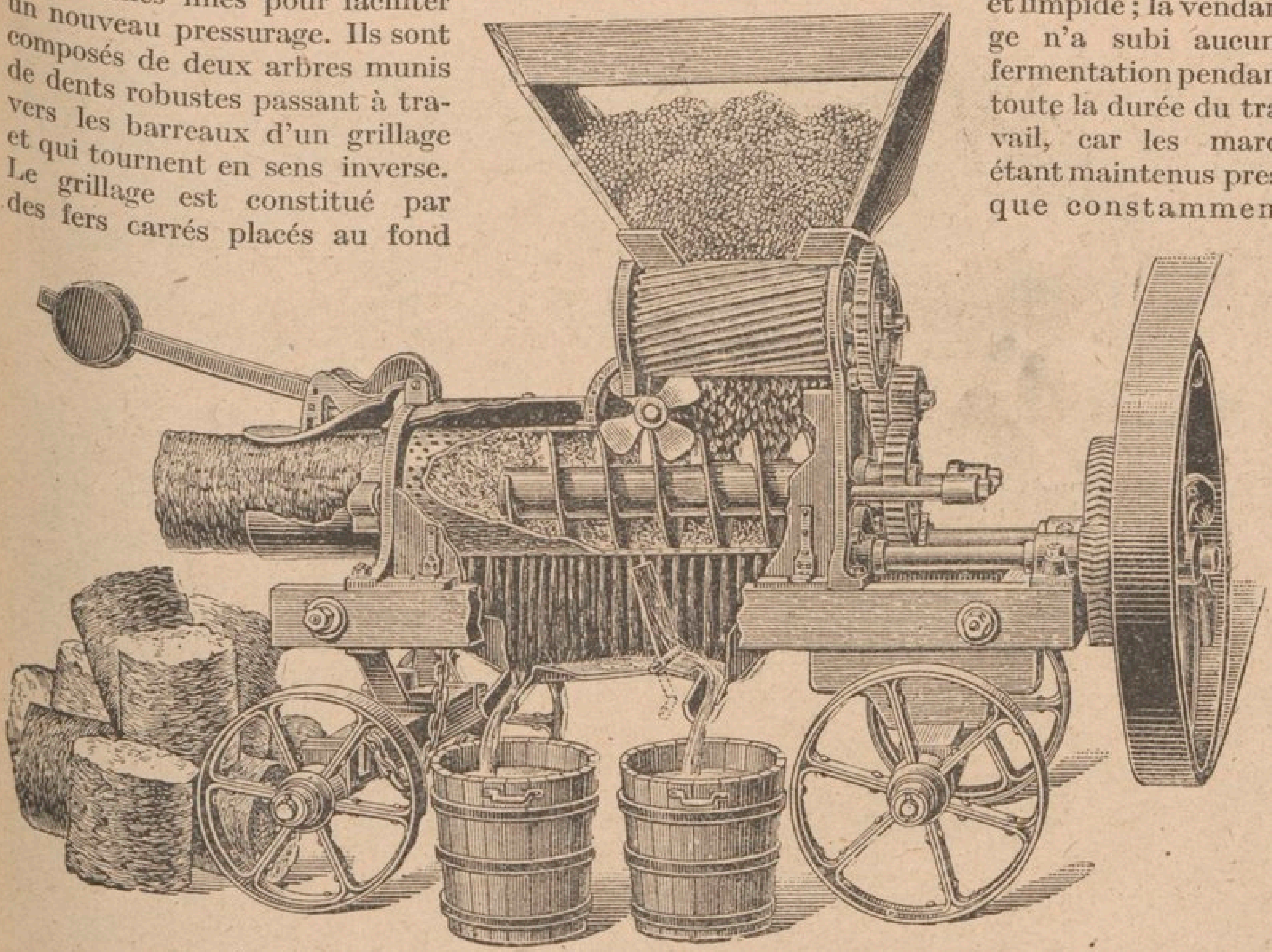


LE PRESSOIR CONTINU PERMET D'OPÉRER TRÈS RAPIDEMENT

La vendange, amenée sans arrêt dans la trémie que l'on voit à la partie supérieure de la machine, est écrasée et s'écoule d'une part en liquide, de l'autre en tourteau.

surage ; ce déclanchement survient après trois heures environ de marche, après quoi la charge est remontée mécaniquement.

La première opération de pressurage achevée, le marc est rejeté dans les émietteuses *E* placées au milieu des pressoirs. Ces appareils, ainsi que leur nom l'indique, ont pour but de diviser le marc, de l'émietter en parcelles fines pour faciliter un nouveau pressurage. Ils sont composés de deux arbres munis de dents robustes passant à travers les barreaux d'un grillage et qui tournent en sens inverse. Le grillage est constitué par des fers carrés placés au fond



DISPOSITIF INTÉRIEUR D'UN PRESSOIR CONTINU, SYSTÈME MABILLE

De la trémie, la vendange passe entre deux cylindres, d'où le premier jus s'écoule directement dans le réservoir; elle est alors prise par la vis d'Archimède qui la comprime et l'assèche au point de former un aggloméré qui, sous la poussée des apports de la vis soulève la porte de l'appareil et s'évacue de façon continue.

d'une trémie métallique dans laquelle les tourteaux sont jetés par masse compacte. Ces tourteaux, agrippés par les dents de l'émietteuse, sont obligés de passer à travers les barreaux en se brisant complètement. Le marc, émietté, tombe dans un transporteur à hélice, qui le conduit à l'élévateur *G*, puis, au moyen de la coulotte tournante, remplit deux autres pressoirs. Dans ceux-ci, dont les dimensions sont calculées pour contenir le marc pressé et émietté des quatre premiers pressoirs, le marc reste quatre à cinq heures ; puis il est repassé dans une troisième émietteuse qui en divise à nouveau les mottes compactes en faisant subir un deuxième rebrassage complet à la vendange.

De cette émietteuse, le marc passe de nouveau dans le transporteur et l'élévateur *G* pour retomber dans un dernier pressoir, où il est soumis à une troisième et énergique pression durant toute la nuit et une partie du lendemain. Le travail est terminé.

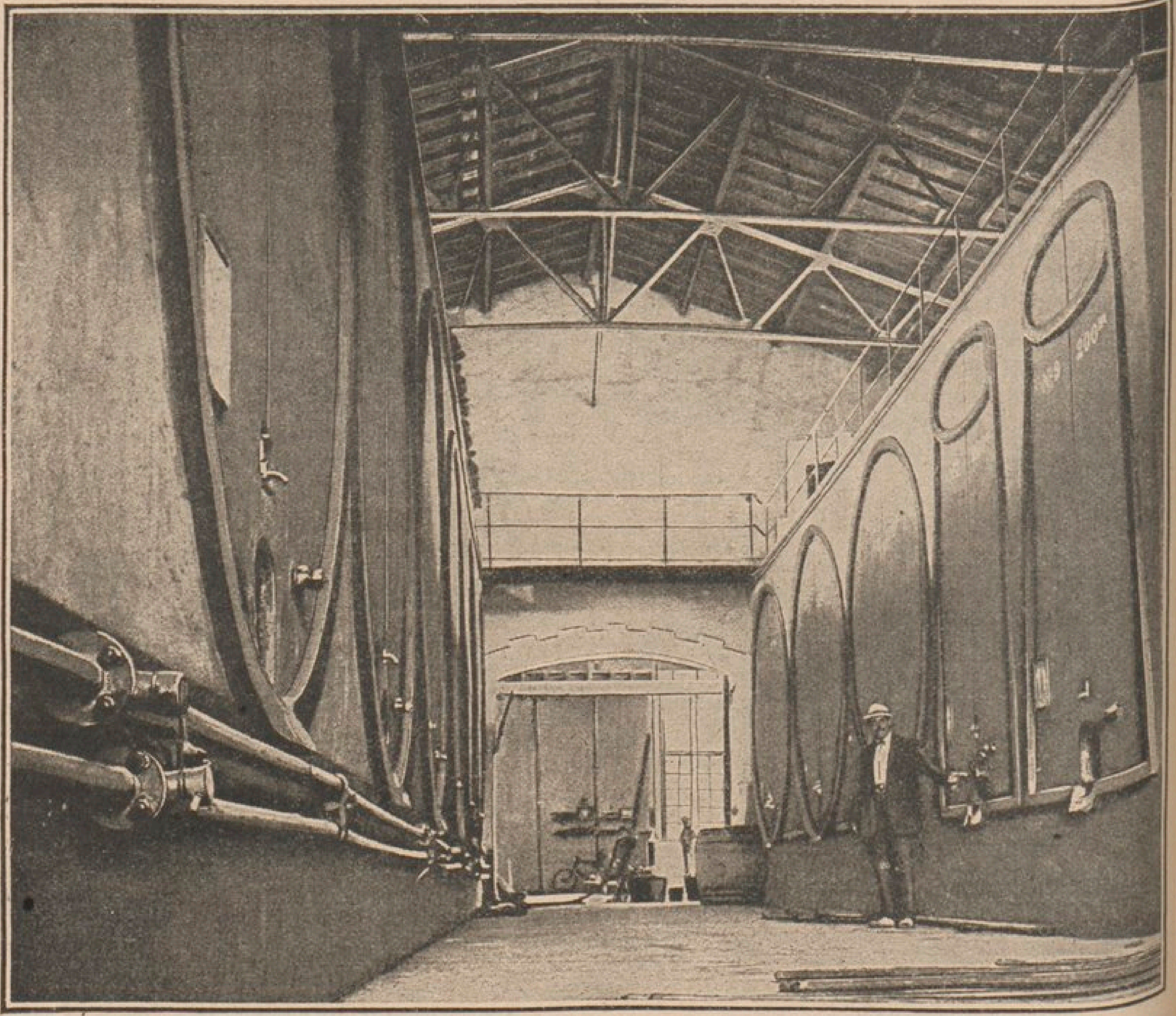
Au cours de ces diverses opérations successives, le vin est toujours sorti blanc, clair et limpide ; la vendange n'a subi aucune fermentation pendant toute la durée du travail, car les marcs étant maintenus presque constamment sous pression, tout contact prolongé avec l'air est évité, ce qui est très précieux.

Quand il s'agit de traiter les raisins soit entièrement en blanc, soit entièrement en rouge, ou partie en blanc, partie en rouge, la disposition des appareils n'est plus la même que pour vinifier exclusivement en blanc. Ici, au fouloir-égouttoir s'ajoute une turbine aéro-foulante. La vendange, apportée en charrettes, est versée dans le conquet de l'élévateur qui alimente alternativement la turbine aéro-foulante ou le fouloir-égouttoir. Le foulage seul est employé pour traiter la vendange en rouge, tandis que l'on complète l'opération du foulage par l'égouttage lorsqu'on fait des vins blancs. Pour le rouge, les

raisins, broyés dans la turbine aéro-foulante, sont conduits dans les cuves à l'aide d'une coulotte à télescope, ustensile des plus ingénieux pouvant pivoter en tous sens. Le marc séjourne dans ces cuves où il fermente, puis il est envoyé dans les pressoirs.

Le pressurage terminé, le plateau-presseur est relevé et le marc jeté à la pioche dans des maies roulant sur rails que l'on fait passer sous des presses hydrauliques extrêmement puissantes qui achèvent l'assèchement.

Lorsqu'il s'agit de traiter des vins blancs, il est utile, quoique non indispensable, de commencer le pressurage sur un pressoir de grandes dimensions pour obtenir un vin de goutte parfaitement clair et éviter les projections entre les interstices de la claie, comme cela se produit quand la pression est trop énergique. Les raisins à traiter en blanc n'étant pas fermentés sont relativement peu consistants et nécessitent un pressurage modéré au début des opérations. Le moût ainsi obtenu est logé immédiatement en cuve, tandis que les raisins foulés et égouttés tombent directement dans les grands pressoirs au moyen de plusieurs conduits disposés à cet effet. Là, ils subissent les mêmes opérations que pour les marcs rouges, sauf que ces pressurages se prolongeront plus longtemps. On a remarqué, en effet, que le facteur « temps » est important en vinification, surtout pour l'épuisement des marcs blancs. Il s'oppose à la « pression », autre facteur qu'il ne faut pas exagérer si l'on tient à obtenir des vins limpides et de goût tout à fait irréprochable.



LES GIGANTESQUES CUVES EN CIMENT D'UN CELLIER DU MIDI

Le moût et les grumes sont conduits dans ces cuves, où ils séjournent en vue de la fermentation.

La vendange est fragile et ne peut impunément être traitée comme une matière inerte, sinon la qualité du vin s'en ressent. Les grappes, voire même les pépins, risquent d'être broyés par une pression trop brutale. Par contre, les marcs sont plus faciles à épuiser lorsqu'ils ont subi un commencement de

fermentation qui désagrège les molécules des grumes, que lorsqu'ils sont frais ; mais les vins se colorent quand les pressurages se prolongent. Il s'agit donc, dans toute installation bien étudiée, de graduer avec soin la pression des appareils en laissant au marc le temps suffisant pour se dissoudre et subir avec profit une pression énergique.

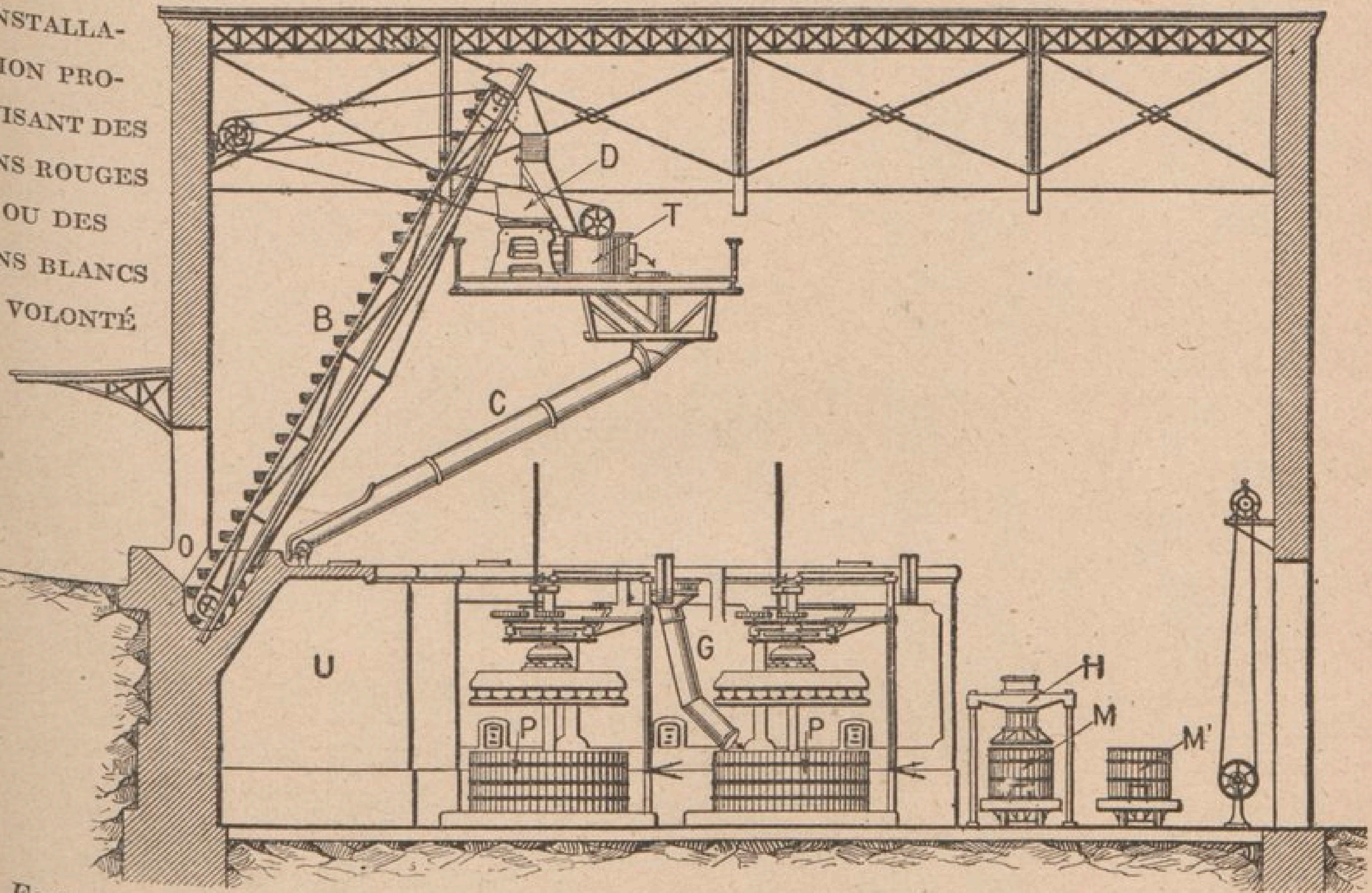
Dans les installations mécaniques destinées à ne traiter que des vins rouges, la vendange est passée au fouloir-égrappoir qui élimine les grappes ; les grumes et le moût tombent ensuite dans une trémie munie à sa partie inférieure d'une tubulure, reliée à l'aspiration d'une pompe à moût très puissante qui les refoule dans les cuves à fermentation, base de la vinification en rouge. Le pressurage des marcs fermentés se fait au moyen de presses hydrauliques à maies roulantes.

La fabrication mécanique du vin nécessite des installations importantes dans les pays de grands vignobles, car les vendanges se faisant en même temps, par un nombreux personnel, sur un vaste espace, il importe d'opérer rapidement sur de grandes quantités, pour éviter que des périodes de fermentation trop prolongées ne nuisent à la qualité du vin.

On a imaginé, depuis un certain nombre d'années, des appareils dits « pressoirs continus » qui, tout en opérant rapidement, permettent un assèchement complet des marcs fermentés ou des vendanges fraîches et, par conséquent, d'avoir un rendement supérieur, en quantité de liquide obtenu tout au moins. Ils reçoivent, d'un côté, le marc ou la vendange par petites quantités à la fois, ils exercent un serrage progressif, ils isolent immédiatement le liquide exprimé et rejettent de l'autre côté le marc sec. L'action est continue et le travail se fait sans interruption.

Dans cet ordre d'idées, de nombreux systèmes ont vu le jour ; mais tous sont basés sur le même principe. Nous décrirons donc le modèle construit par M. Mabille, qui est le plus répandu. Ce pressoir comprend un fouloir et un appareil de compression à vis d'Archimède. Le fouloir est formé de deux cylindres en fonte, striés obliquement sur toute leur surface et tournant en sens contraire à vitesse différentielle, le rapport étant de 2 à 3. Au-dessus, une trémie reçoit la vendange qui doit être distribuée par très petites quantités à la fois. A cet effet, une table d'alimentation, sur laquelle est déversée la vendange, est accrochée à la trémie. On fait glisser à la main les grappes dans la trémie, presque une à une, en observant de ne jamais recouvrir les cylindres et en réglant

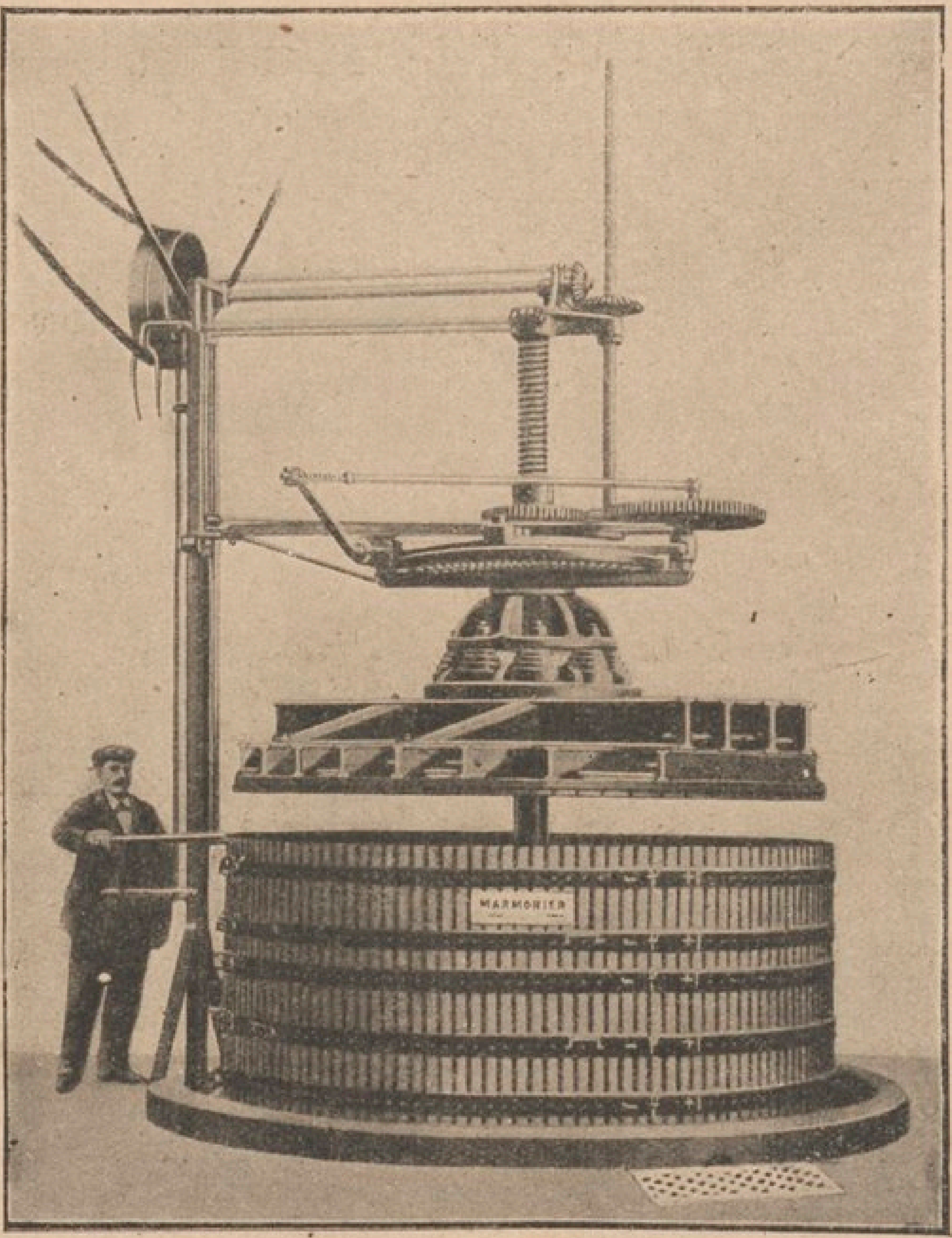
INSTALLATION PRODUISANT DES VINS ROUGES OU DES VINS BLANCS A VOLONTÉ



O, *Fosse en ciment recevant la vendange amenée par les charrettes ;* B, *élévateur ;* D, *fouloir-égouttoir pour les vins blancs ;* T, *turbine pour les vins rouges ;* C, *coulotte tournante allant aux cuves de fermentation* U *ou à la coulotte* G *qui dessert les pressoirs* P ; H *et* M, *presses hydrauliques à maies roulantes* M' *pour assécher à fond les marcs.*

l'alimentation rigoureusement sur la consommation du fouloir ; une alimentation trop rapide aurait pour conséquence l'engorgement de l'appareil de compression. La table d'alimentation peut servir de premier égouttoir ; il suffit pour cela de remplacer le fond par une grille : le moût d'égouttage est recueilli par dessous (Figure à la page 101).

L'appareil de compression, placé sous le fouloir, se compose d'un cylindre horizontal en cuivre, perforé de petits trous, dans l'axe duquel tourne une vis en fonte émaillée, de 0 m. 75 de longueur et de 0 m. 30 de diamètre. Le cylindre se prolonge au delà de la vis et forme une chambre de compression dont la bouche est fermée par une porte dont on règle l'action à l'aide d'un levier à contrepoids. Un disque rotatif, à quatre ou cinq branches, s'engage entre les filets de la vis pour empêcher la matière d'être entraînée dans le sens de rotation de la vis. Cette vis est commandée par un train d'engrenages qu'actionne une poulie et une courroie ; elle tourne à raison de dix révolutions par minute environ. Le liquide, qui a passé par les petits trous du cylindre de cuivre, tombe dans une bâche à deux compartiments séparés par une cloison, réglable à volonté. L'un des compartiments, celui placé directement sous le fouloir, recueille les jus les plus limpides et les plus blancs ; le second, qui reçoit l'égouttage de la chambre de compression, donne des jus plus troubles et plus colorés. En déplaçant la cloison, on augmente ou on diminue l'importance d'un compartiment par rapport à l'autre et on modifie sensiblement le degré de coloration des liquides qu'il fournit.



UN GRAND PRESSOIR AVEC AUTO-DÉCLIC

La manœuvre de l'appareil se fait à l'aide de pignons d'angle qu'actionne la transmission générale de l'usine.

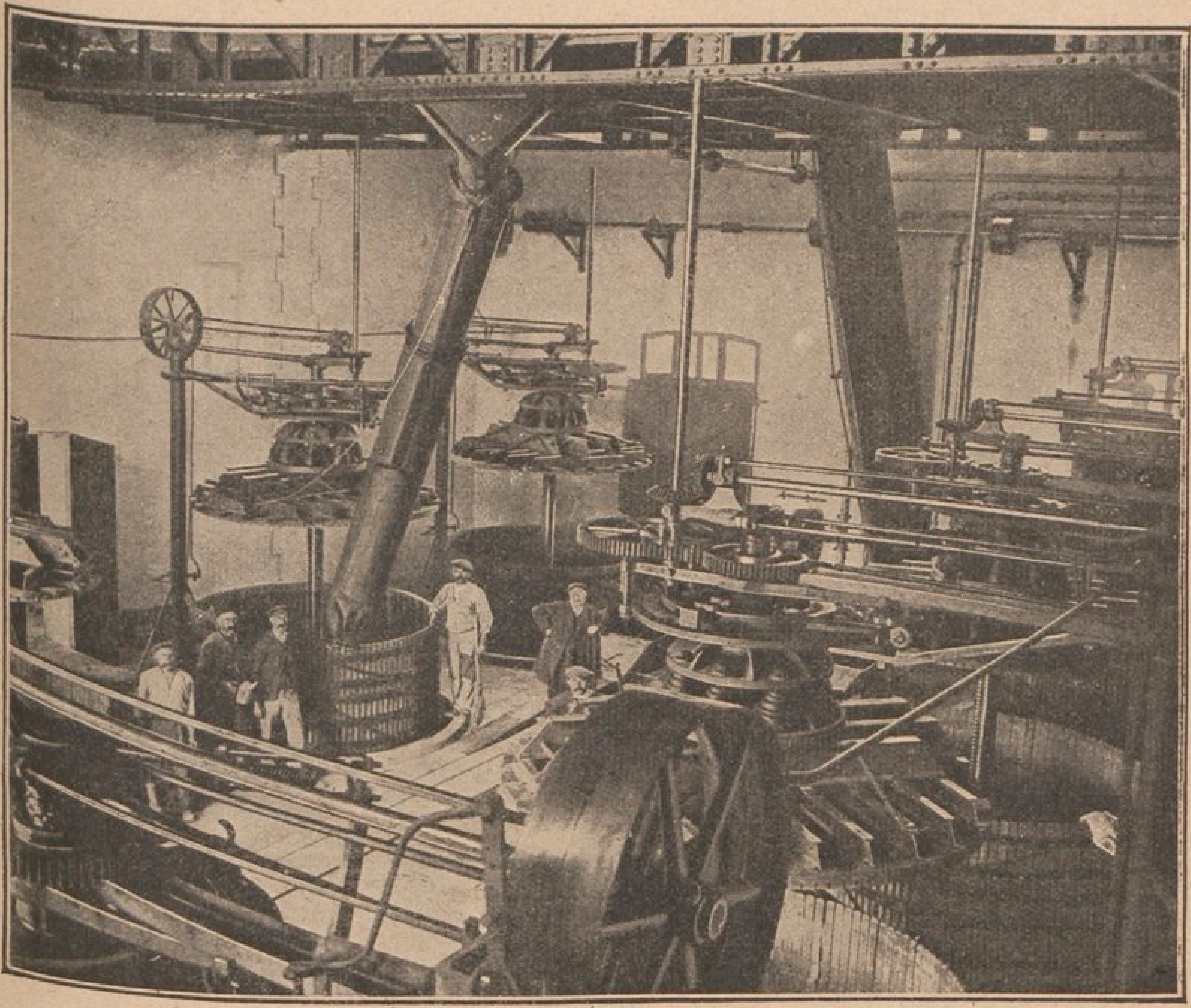
Le fonctionnement du pressoir continu s'explique ainsi : la matière, vendange ou marc, introduite dans la trémie, traverse le fouloir qui divise les grappes et met en liberté une partie du liquide : celui-ci se rassemble dans le premier compartiment. La vis saisit le marc et l'amène, en le comprimant progressivement, dans la chambre de compression où s'achève l'assèchement. Par l'extrémité du tube sort un boudin de marc sec, tandis que le jus tombe dans le deuxième compartiment. A l'aide du levier à contrepoids mobile, on règle la pression de la porte. Au début, avant la formation du boudin, la porte est complètement fermée et le poids maintenu au bout du levier ; mais, par la pression de la vis, le marc ne tarde pas à forcer et à soulever peu à peu la porte ; on allège alors le levier en rapprochant suffisamment le poids.

Dans le rapport présenté par M. Ferrouillat, à la suite d'un concours spécial institué, il y a quelques années, à Jouarres, dans le département de l'Aude, rapport auquel nous empruntons ces renseignements, nous lisons que, avec des vendanges fraîches, comme l'Aramon, il est très difficile d'arriver à une marche régulière ; tantôt le marc trop serré bourre, tantôt, au contraire, insuffisamment serré, il glisse sous la porte, malgré le contrepoids, qui ne remplit plus son office. La présence d'un homme au levier pour régler

la pression sur la porte est donc indispensable.

Les pressoirs continus ont leurs partisans et leurs ennemis ; les premiers y trouvent un rendement très supérieur en quantité, les autres estiment que la qualité du vin, auquel se sont mélangés tous les sucs extraits de la grappe, par suite de l'écrasement complet de celle-ci, est de beaucoup inférieure.

Des expériences comparatives ont été faites des différents modes de pressoirs et en sort des moûts plus bourbeux, difficiles à liquéfier et beaucoup plus riches en principes herbacés. On a donc établi : 1° que l'on peut atteindre de grands rendements limites aussi bien avec les pressoirs à vis qu'avec les pressoirs hydrauliques travaillant à une pression beaucoup plus élevée ; 2° que lorsque la forte pression des pressoirs hydrauliques n'est pas nécessaire, elle a plutôt pour tendance de diminuer la qualité du produit ;



INSTALLATION MÉCANIQUE D'UN CELLIER DANS LE DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT

Une coulotte métallique, composée de plusieurs tubes télescopant les uns dans les autres, est fixée au plancher du fouloir-égouttoir, et permet de répartir le moût entre les différents pressoirs.

l'on en a conclu qu'à un certain moment, l'excès de pression devient plutôt nuisible ; non seulement le moût, non compressible, aura beaucoup de peine à sortir, mais les peaux et les rafles, pressées à leur tour, céderont leur pseudo-moût, sorte d'eau de végétation peu sucrée et très astringente.

Le pressoir continu travaille avec plus de violence ; souvent, il étire, divise et râpe la vendange en la déplaçant latéralement dans le cylindre perforé, sans cependant augmenter le rendement final en vin ; il 3° que pour obtenir des produits plus fins, il y a plus de sûreté à agir avec des pressions relativement faibles ; 4° que les pressoirs continus donnent nettement des vins tout différents et que, dans certains cas, qu'il est difficile de déterminer, la qualité des produits peut se trouver amoindrie sans un rendement en vin sensiblement meilleur.

Cependant, on ne peut juger sans appel ces divers systèmes de pressoirs. Il peut être des cas où, pour des raisons de nature diverse, certains d'entre eux trouvent une application

avantageuse. Il faut tenir compte des conditions économiques, envisager la valeur de l'outillage, la facilité de main-d'œuvre, etc... C'est ainsi qu'il existe, dans le Bordelais, certaines installations particulièrement importantes qui emploient avec succès le pressoir continu, à en juger par la description que l'on nous fait du domaine du Virou.

Profitant d'un mouvement de terrain, on a établi, dans cette exploitation, une partie du chai sous terre, de manière à faire arriver la vendange dans la partie supérieure par un nant seize barriques, dans laquelle viennent se déverser les vins de toutes les cuves, grâce à une canalisation spéciale. Les marcs fermentés sont, à leur sortie des cuves, versés dans des wagonnets qui les amènent à une chaîne à godets qui a pour mission de les monter dans le bassin supérieur, d'où ils sont distribués au pressoir continu. Chaque cuve donne environ 75 hectolitres de marc.

A côté des grands propriétaires qui disposent pour eux-mêmes d'importantes installations mécaniques, il existe un grand nombre

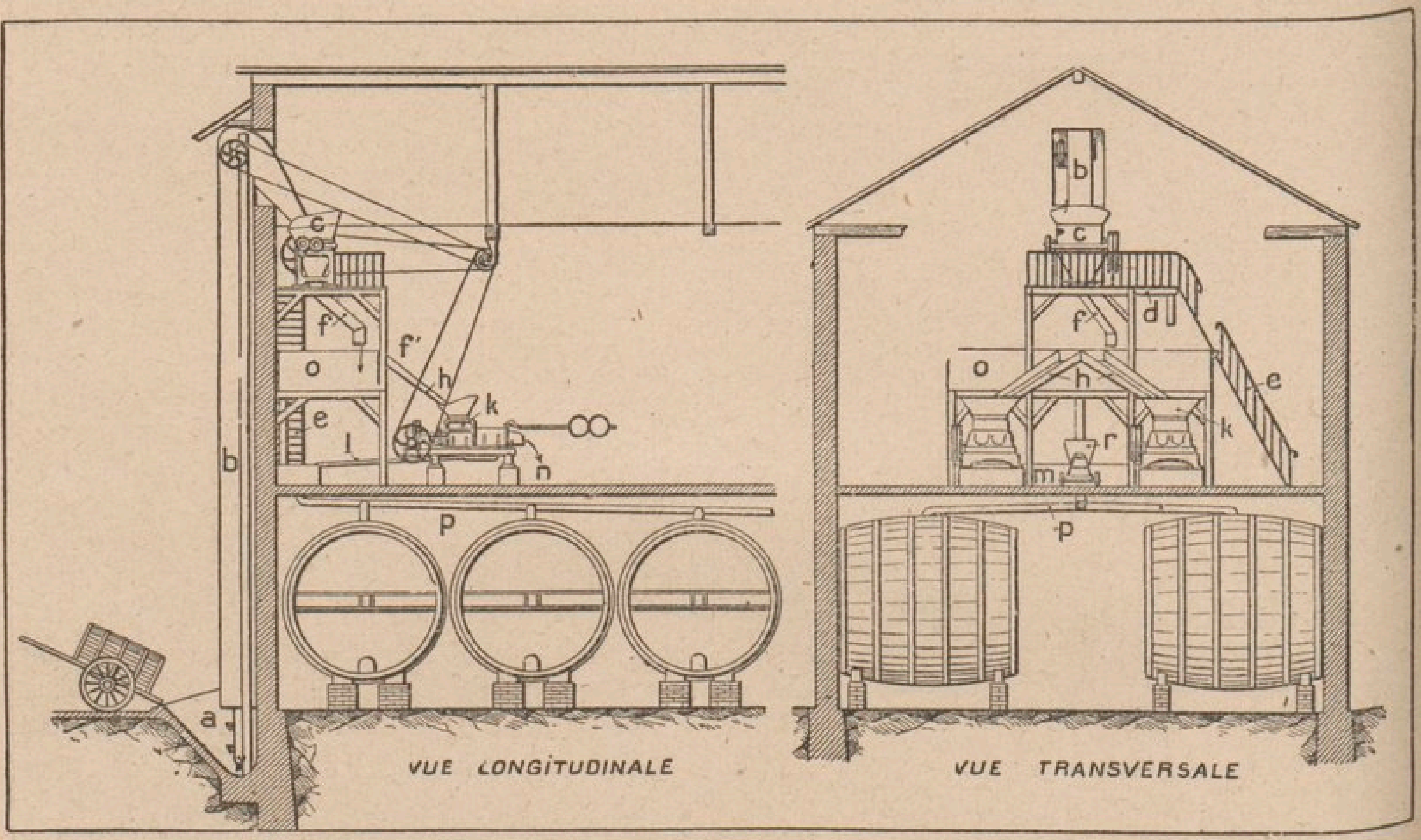


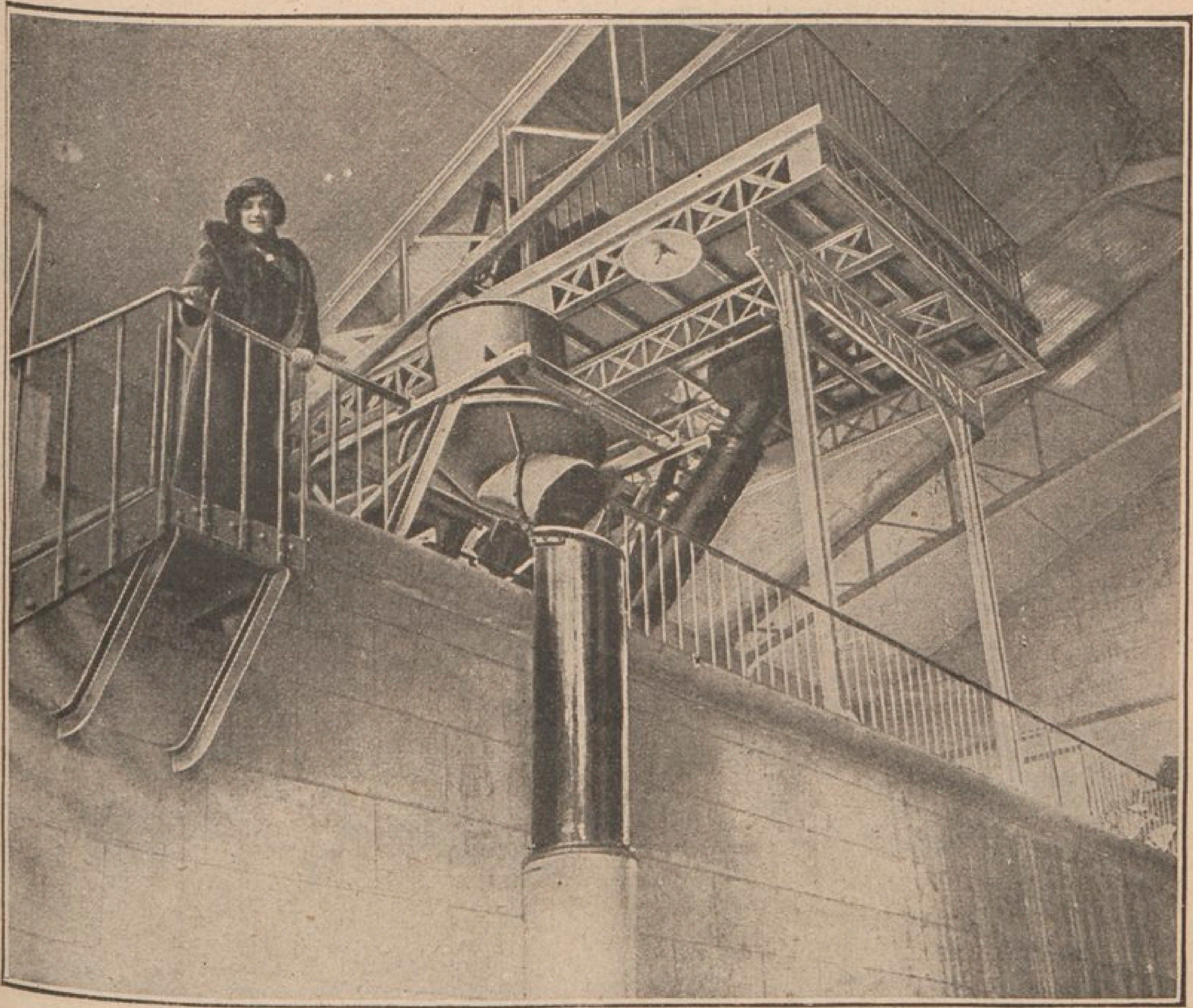
SCHÉMA DE L'INSTALLATION D'UN CELLIER A PRESSOIR CONTINU

a, *Conquet de l'élévateur ;* b, *élévateur ;* c, *fouloir à grand travail ;* e, *escalier ;* f, *coulotte tournante pour vinification en blanc ;* f' *rallonge de la coulotte pour vinification en rouge ;* h, *couloir de distribution aux presses ;* k, *presse continue ;* l, *écoulement du moût aux presses ;* m, *réservoir du moût ;* o, *chambre d'égouttage ;* p, *tuyauterie des foudres ;* r, *wagonnet.*

plan incliné. Des wagonnets à bascule versent les raisins dans un bassin récepteur dans lequel se meut une vis d'Archimède, qui assure une régulière distribution dans un fouloir-égrappoir ou dans la presse continue. Ces deux appareils, placés l'un à côté de l'autre, au-dessous du distributeur, sont installés sur une dalle en ciment qui, par sa forme, constitue un bassin où se rend la vendange foulée. Ils sont commandés par une locomobile. La vendange, égrappée ou passée au pressoir continu, prise par une pompe centrifuge, est refoulée, par un système de tuyautage, dans les cuves à fermentation d'une capacité de 300 hectolitres. Les soutirages se font à l'aide de la même pompe centrifuge installée dans une citerne contede petits viticulteurs à qui l'importance relative de leur vignoble ne permet pas la construction d'une cave puissamment outillée. Obligés de procéder à l'antique manière, avec des pressoirs à très faible rendement, ils ne récupèrent pas la totalité de la récolte telle que la peut obtenir l'installation perfectionnée du grand propriétaire. Pour ces petits viticulteurs, on a organisé les caves coopératives, très intéressantes et dont nous allons dire quelques mots.

Ces caves ont pour but la vinification, le logement et la vente en commun des vendanges récoltées par leurs adhérents, ainsi que l'utilisation rationnelle des sous-produits, marcs, lies, tartres, etc... Ces adhérents sont, en général, les producteurs, proprié-

taires, fermiers ou métayers de la commune qui s'engagent à apporter soit la totalité, soit une partie de leurs vendanges. Les sociétaires participent seuls à la constitution du capital social par la souscription de une ou plusieurs parts, fixées ordinairement à 25 francs. Le capital ainsi constitué n'a droit à aucun dividende et l'intérêt statutaire qui lui est alloué n'est pas supérieur au taux vinification, grâce à l'application des méthodes modernes et à la surveillance des vignobles au cours de la végétation, permettant d'écarter toutes vendanges défectueuses qui, le cas échéant, font l'objet de cuvées séparées. Economie de main-d'œuvre et production de quantités importantes et homogènes qui sont particulièrement recherchées par le commerce. Utilisation rationnelle des sous-



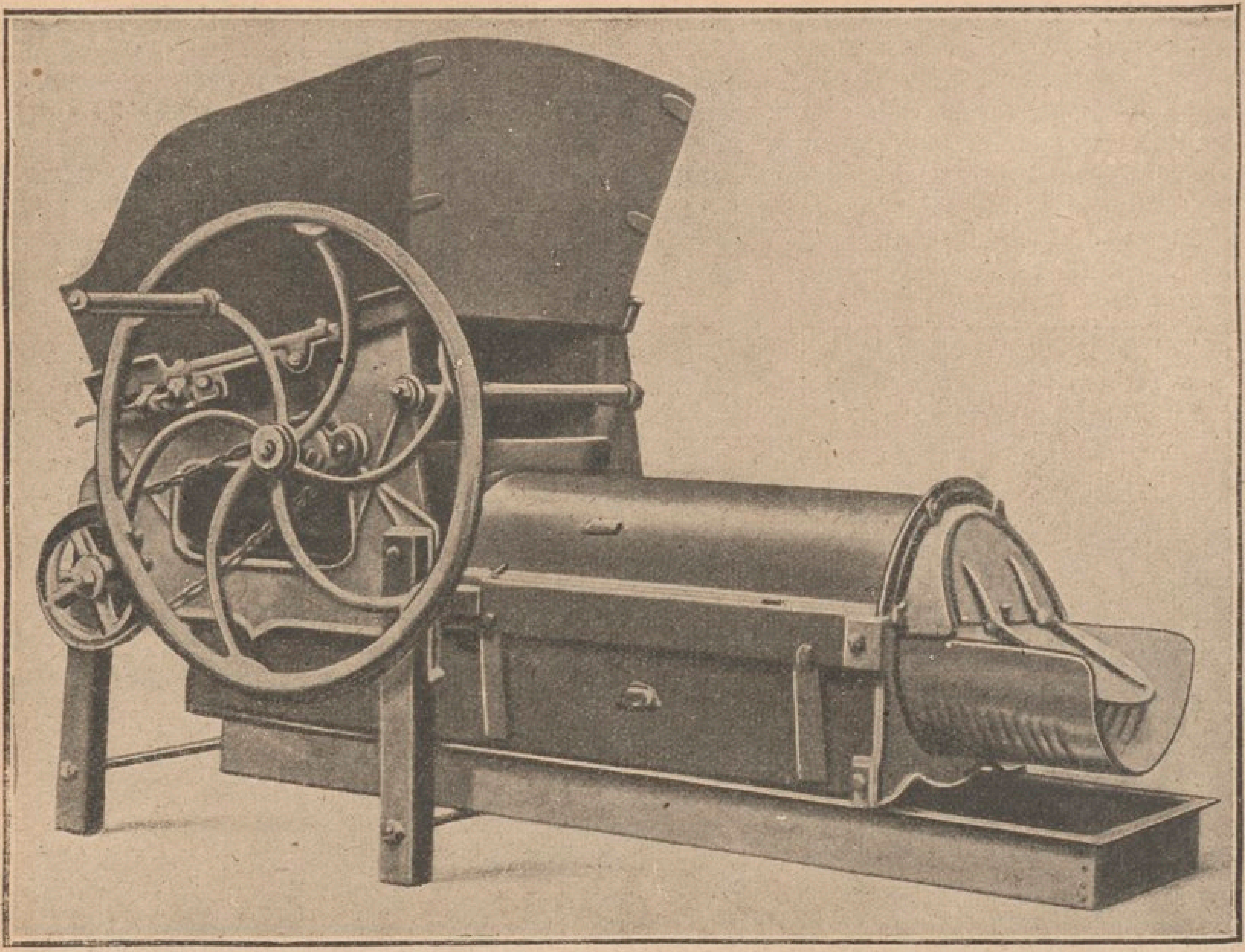
PLANCHER D'UN FOULOIR-ÉGOUTTOIR ET SON ÉLÉVATEUR

Au-dessous du plancher, prend naissance la coulotte à télescope qui dirige les marcs dans la coulotte des pressoirs. Cette dernière coulotte se voit ici au premier plan, en avant des cuves en ciment.

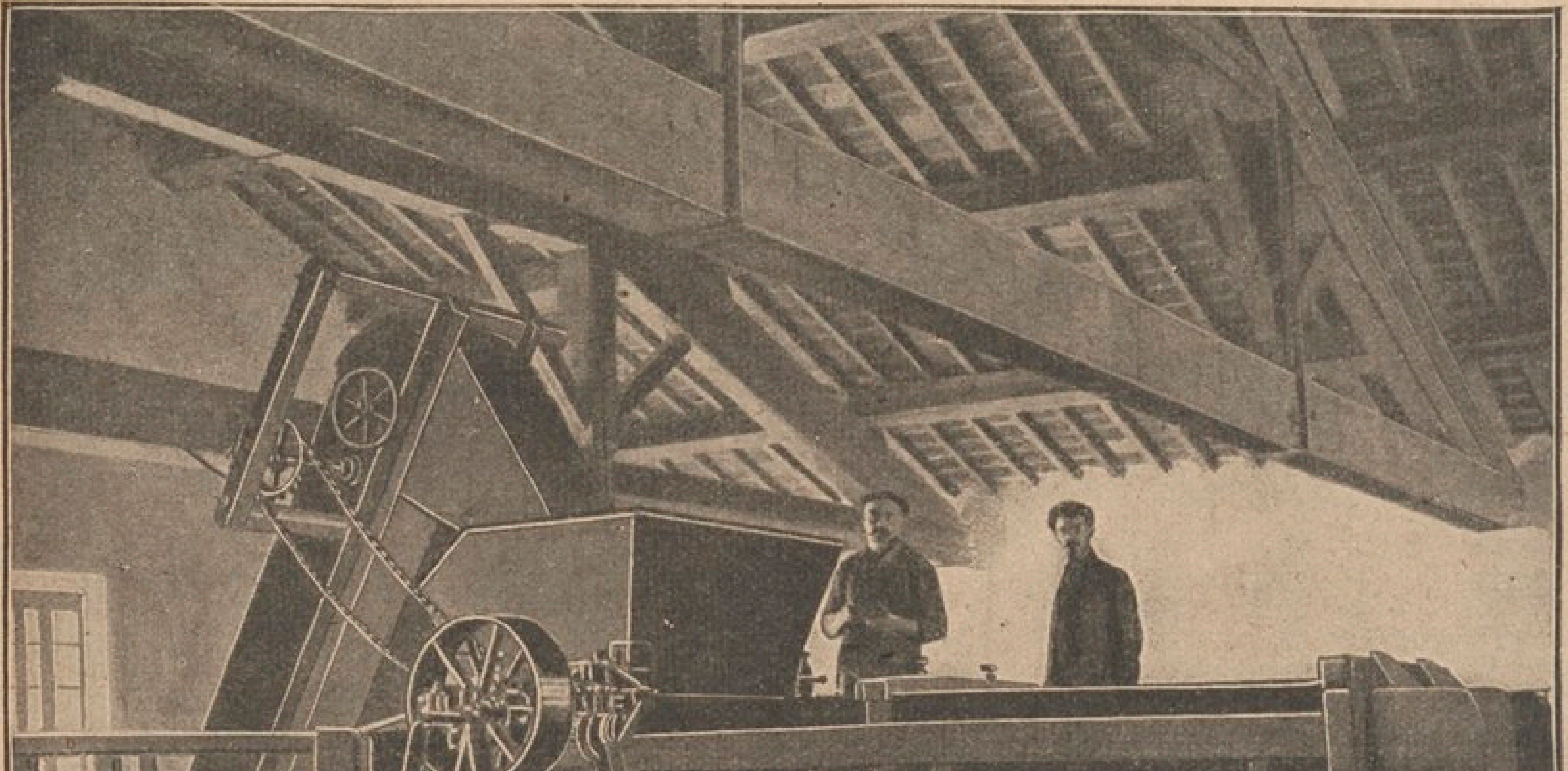
de 4 %. La cave coopérative n'a donc, comme on le voit, aucun caractère commercial, quelle que soit, d'ailleurs, la forme légale adoptée. C'est un simple groupement de producteurs qui ne réalise aucun bénéfice et répartit à ses membres, au prorata de leurs apports, la totalité des produits sous déduction des frais généraux, amortissements et réserves. Les avantages qui résultent de ces organisations sont assez nombreux :

Production exclusive de bons vins, présentant toutes les garanties de bonne et loyale produits, que laissait perdre le petit producteur ou dont il ne tirait qu'un médiocre parti. Enfin, mise à la disposition des coopérateurs, dès le début des vendanges, des avances dont ils peuvent avoir besoin, en attendant la répartition du produit des ventes.

A la fin de 1913, le département du Var comptait, à lui seul, trente-trois caves coopératives groupant environ 3.800 sociétaires, ayant souscrit un capital initial d'environ 500.000 francs. Chaque coopérative est dirigée par un conseil d'administration dont les

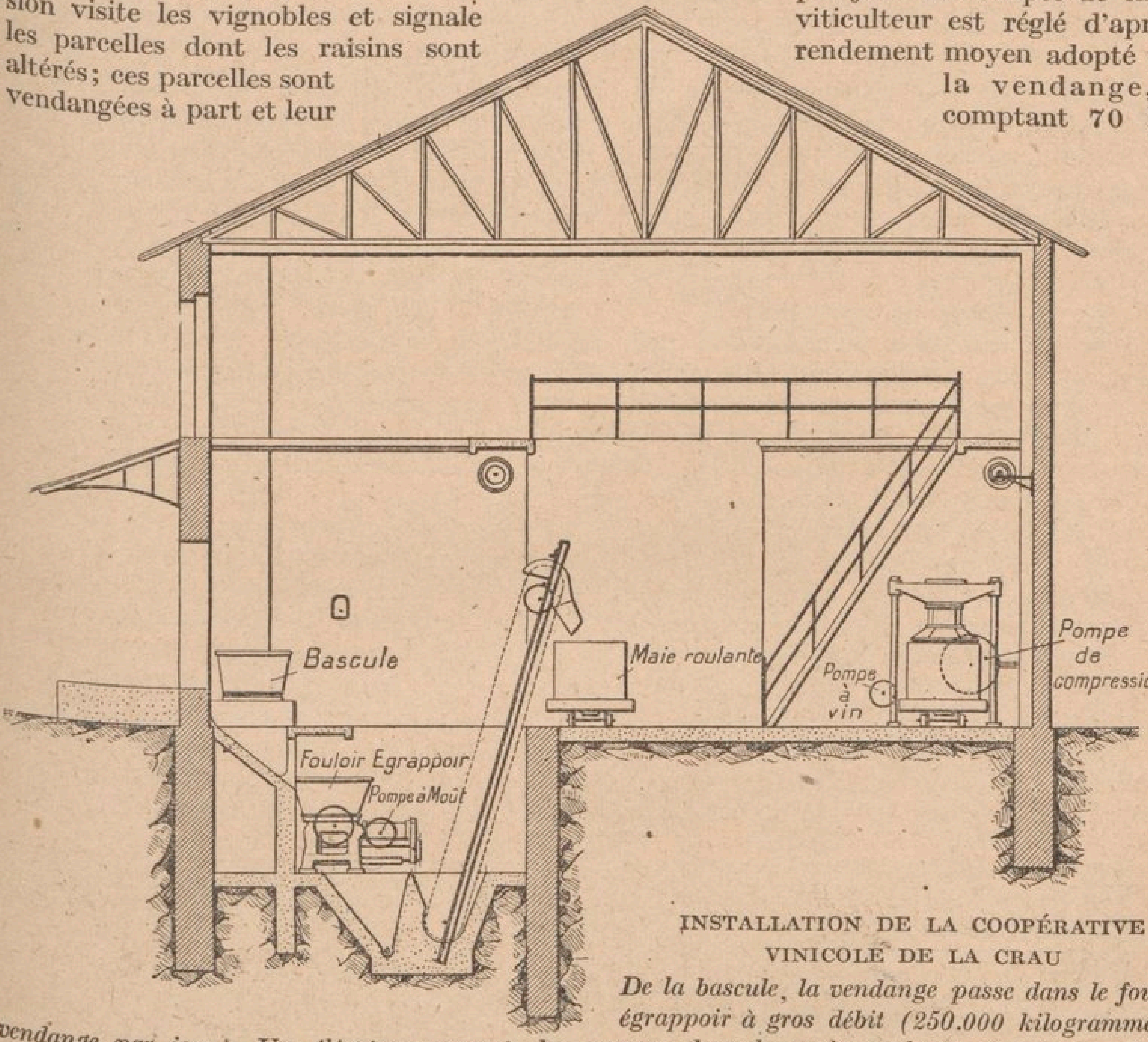


FOULOIR-ÉGOUTTOIR A VITESSES DIFFÉRENTIELLES, SYSTÈME MARMONNIER



INSTALLATION COMPLÈTE D'UN FOULOIR-ÉGOUTTOIR AVEC ÉLÉVATEUR DE VENDANGE

pouvoirs sont très étendus, qui fixe l'époque de la vendange, désigne le chef de cave chargé de diriger la vinification et d'assurer les services matériels, qui traite les ventes de vin et prend toutes décisions utiles au bon fonctionnement de l'association. Un peu avant les vendanges, une commission visite les vignobles et signale les parcelles dont les raisins sont altérés; ces parcelles sont vendangées à part et leur récolte est vinifiée séparément. Les raisins sont pesés à leur arrivée à la cave ; il est remis au sociétaire un bulletin détaché d'un registre à souche, constatant la quantité et la variété des raisins apportés. Il n'est fait aucune distinction de qualité, tous les coopérateurs possédant, en général, des parcelles de vigne situées dans les différents terrains de la commune. Le raisin confié à la coopérative est broyé par le fouloir, égrappé et versé dans les cuves à fermentation. Le vin, une fois fait, est envoyé dans les cuves de conservation ; le marc est passé à la presse hydraulique, puis distillé. Avant la vente, chacun prend sa provision de vin et d'eau-de-vie, puis des avances en argent sont consenties par la caisse de crédit, de façon que, personne n'étant pressé de réaliser sa récolte, la vente puisse être faite au moment le plus favorable. Il est des coopératives, celle de Marsillargues entre autres, qui peuvent travailler 5 à 600.000 kilos de raisins par jour. Le compte de chaque viticulteur est réglé d'après le rendement moyen adopté pour la vendange, en comptant 70 litres de vin par 100 kilogrammes de raisins apportés; le surplus du rendement reste la propriété de la coopérative, qui l'emploie à amortir le capital de la cave, de sorte que le sociétaire n'a rien à débourser pour cet amortissement, qui s'opère d'une façon automatique. Les coopérateurs deviennent ainsi propriétaires et bénéficient alors d'une plus-value de revient de 6 à 8 pour cent sur les propriétaires du pays qui ne font pas partie de la coopérative. On peut juger ainsi de la somme d'avantages que procurent ces coopératives, qui préparent et entretiennent l'idée de mutualité, grâce à laquelle la production nationale pourra atteindre son plus grand rendement. EDGARD BRYAND.



INSTALLATION DE LA COOPÉRATIVE VINICOLE DE LA CRAU

De la bascule, la vendange passe dans le fouloir-égrappoir à gros débit (250.000 kilogrammes de vendange par jour). Un élévateur remonte les grappes dans la maie roulante qui les conduit à la presse hydraulique, où les marcs sont comprimés jusqu'à assèchement complet.

LES LAMPES DE POCHE A MAGNÉTO

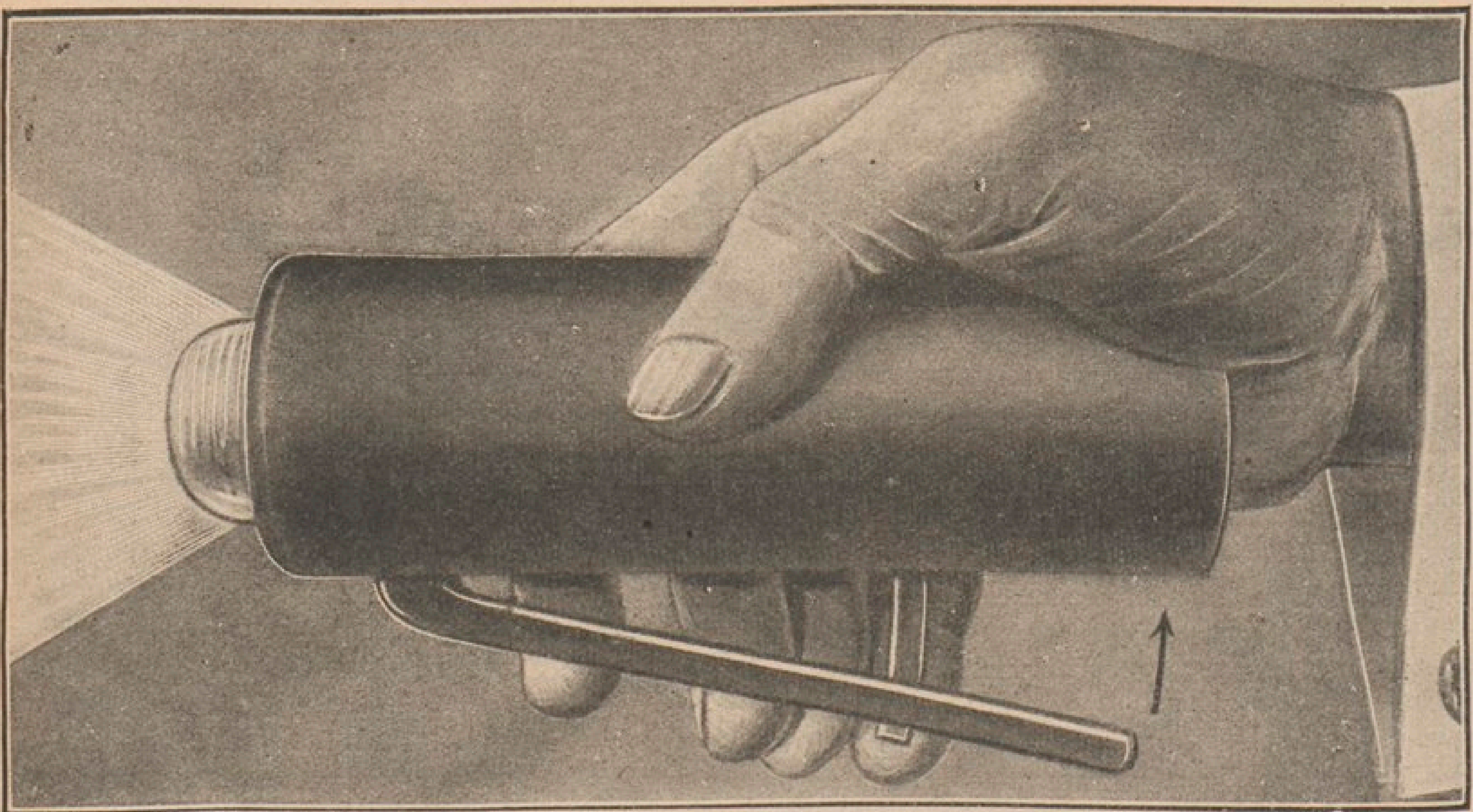
Par Albert COURTET

La guerre a eu une influence énorme sur le développement de l'industrie de la lampe de poche ; alors qu'en 1914, on considérait ce petit appareil comme un objet amusant, mais sans grande utilité, tout le monde s'accorde aujourd'hui pour reconnaître les réels services qu'il a rendus pendant toute la période des hostilités.

Si, dans son ensemble, la lampe de poche est d'un prix modique, la faible durée des piles rend son emploi particulièrement onéreux. Une pile est vite usée ; si d'alléchantes réclames nous assurent qu'elle donne six à huit heures d'éclairage intermittent, nous savons tous, par expérience, qu'en réalité, elle est épuisée en trois ou quatre fois moins de temps. L'usage de la pile coûte donc relativement cher, et, par contre, l'emploi de l'accumulateur n'est guère plus pratique. Ce dernier est lourd, et l'obligation de le recharger, outre que cette opération est assez coûteuse, constitue un ennui de plus. Aussi la substitution d'une petite magnéto à la pile habituellement employée serait-elle extrêmement intéressante, puisque cette substitution équivaudrait à prolonger indéfiniment la durée de l'éclairage.

C'est ainsi que deux inventeurs anglais ont récemment fait breveter une lampe à magnéto qui semble devoir donner d'excellents résultats. Extérieurement, elle présente l'aspect d'une lampe ordinaire. De forme cylindrique, elle est pourvue d'un levier que l'on a constamment en main et qu'un ressort, monté autour de son pivot, tend à écarter du bâti de la lampe. En actionnant ce levier, comme on ferait d'une des branches d'une paire de ciseaux, on entraîne une crémaillère qui commande, à son tour, un pignon.

Ce pignon est relié à une série d'engrenages montés en cascade et dont le dernier met en mouvement l'induit de la magnéto, Cet induit est formé par une petite bobine et tourne à l'intérieur d'un système inducteur constitué par les deux branches d'un aimant. Il suffit d'actionner le levier moteur pour donner à l'induit un mouvement de rotation qui provoque instantanément l'al-



LA LAMPE ÉLECTRIQUE ANGLAISE FONCTIONNANT SANS PILE

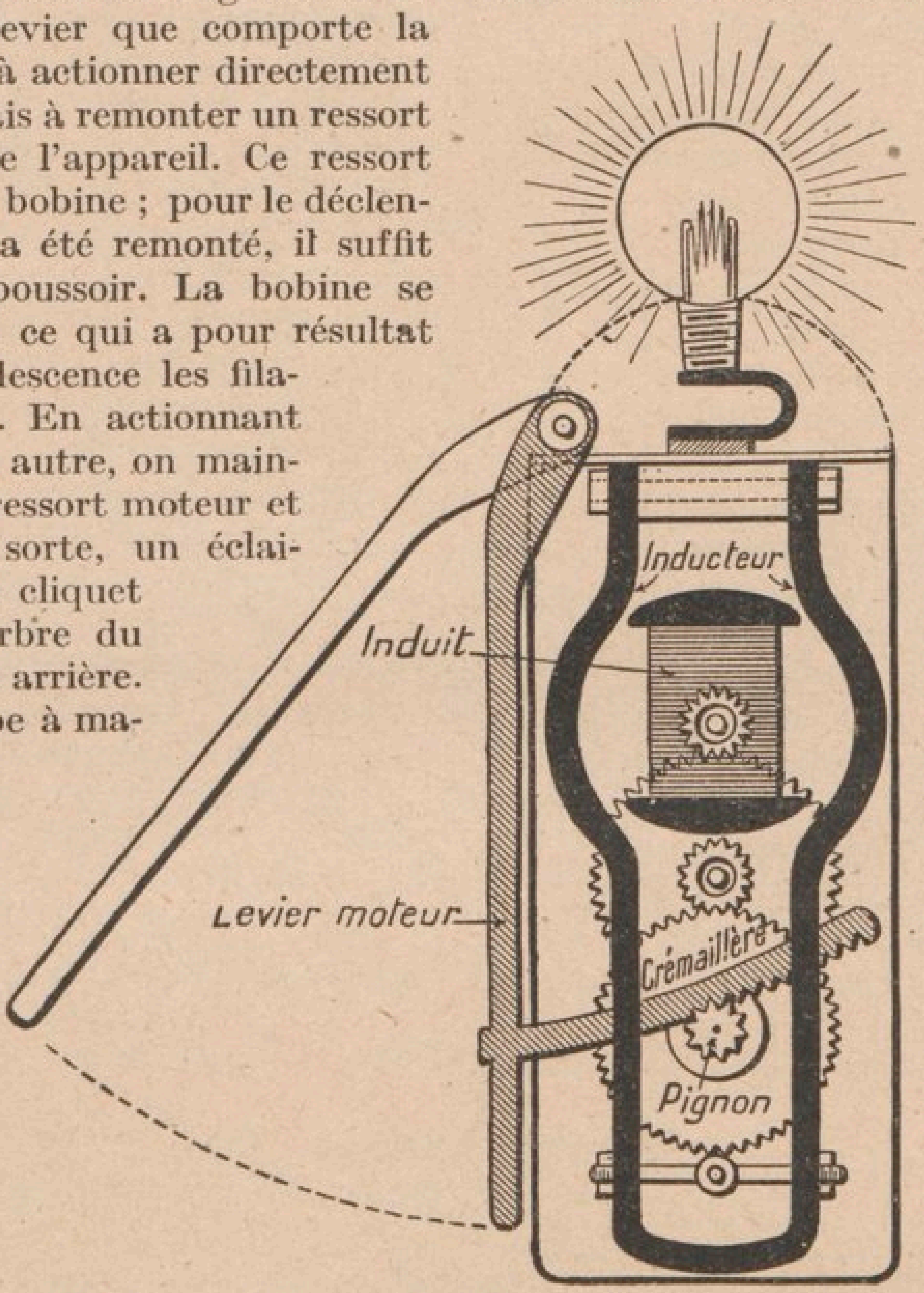
Pour provoquer l'allumage de l'ampoule électrique, fixée à l'extrémité antérieure de la lampe, il suffit d'actionner le levier placé sur le côté du boîtier, comme on ferait d'une des branches d'une paire de ciseaux.

lumage de l'ampoule électrique fixée à l'extrémité antérieure de la lampe.

Une société suisse a fait breveter une lampe à magnéto dont la forme se rapproche beaucoup de celle que nous venons de décrire, mais qui en diffère par deux points très intéressants. L'ampoule est fixée directement sur l'arbre de l'induit et se meut avec lui, ce qui évite l'emploi d'une bague ou d'un balai. De plus, le levier que comporte la lampe sert, non pas à actionner directement la bobine induite, mais à remonter un ressort disposé à la base de l'appareil. Ce ressort entraîne l'arbre de la bobine ; pour le déclencher, une fois qu'il a été remonté, il suffit d'appuyer sur un poussoir. La bobine se met alors à tourner, ce qui a pour résultat de porter à l'incandescence les filaments de l'ampoule. En actionnant le levier de temps à autre, on maintient la tension du ressort moteur et l'on obtient, de la sorte, un éclairage permanent. Un cliquet d'arrêt empêche l'arbre du ressort de tourner en arrière.

Ce modèle de lampe à magnéto est moins encombrant que le précédent ; la transmission du mouvement est aussi bonne, bien que la disposition de la bobine et son sens de rotation ne soient pas les mêmes. Le mouvement du ressort moteur est, en effet, transmis à l'arbre de la bobine par un pignon d'angle disposé à l'extrémité inférieure de cet arbre.

D'autre part, deux inventeurs français ont imaginé et fait breveter une lampe d'un système un peu différent, quoique tout aussi pratique. Cette lampe est pourvue d'un ressort calculé pour être tourné à huit tours ; grâce à la multiplication qui en règle le déroulement, ce ressort met cinq minutes à se détendre. La vitesse de rotation de la magnéto par rapport à celle de l'arbre du ressort étant dans la proportion de 1.000 à 1, on obtient donc 8.000 tours en cinq minutes, soit 1.600 tours à la minute, régime bien suffisant pour fournir un courant rationnel à la lampe. De plus, il suffit de remonter le ressort toutes les quatre minutes et demie pour avoir éventuellement un éclairage permanent.



COUPE D'UNE LAMPE ANGLAISE A MAGNÉTO

Le levier moteur entraîne une crémaillère qui commande, à son tour un pignon. Ce dernier est relié à une série d'engrenages montés en cascade et dont le dernier met en mouvement l'induit de la magnéto.

En examinant les schémas de la page suivante, en haut à droite, on comprendra aisément le fonctionnement de cette lampe. Le générateur est formé par une petite magnéto dont l'aimant a est constitué par deux éléments accouplés, en forme de fer à cheval ; aux extrémités de cet aima. sont vissées deux électrodes a^1 a^1 au milieu desquelles tourne l'induit b. Celui-ci est placé parallèlement aux branches de l'aimant, ceci en vue d'utiliser le plus grand champ magnétique possible et de réduire au minimum le volume de la lampe. L'un des fils de l'inducteur est réuni à la masse, l'autre est relié à la lampe c au moyen d'un balai collecteur d et du ressort e. Le système générateur est donc extrêmement simple. Le moteur est constitué par un ressort à ruban, placé dans la boucle inférieure de l'aimant, ressort que l'on tend en tournant une petite clé, disposée sur l'un des côtés de cette lampe La roue à rochet h transmet le mouvement du ressort à une roue dentée i, par l'intermédiaire d'un cliquet. Les autres engrenages de l'appareil ne sont destinés qu'à multiplier la vitesse de rotation du ressort, de façon à porter à 1.600 tours par minute celle de la bobine induite.

Le mouvement de l'engrenage principal i est transmis à l'axe de la roue m par le pignon l ; cette roue m est reliée, à son tour, à la grande roue d'angle o qui, elle, actionne la magnéto. L'axe de cette dernière roue se termine par le pignon d'angle q.

Tout ce système est supporté par deux chapes r qui reposent sur les électrodes de l'aimant. Un ressort s appuyant sur la roue m

forme un frein suffisamment puissant pour empêcher le mécanisme de fonctionner quand cela n'est pas jugé nécessaire.

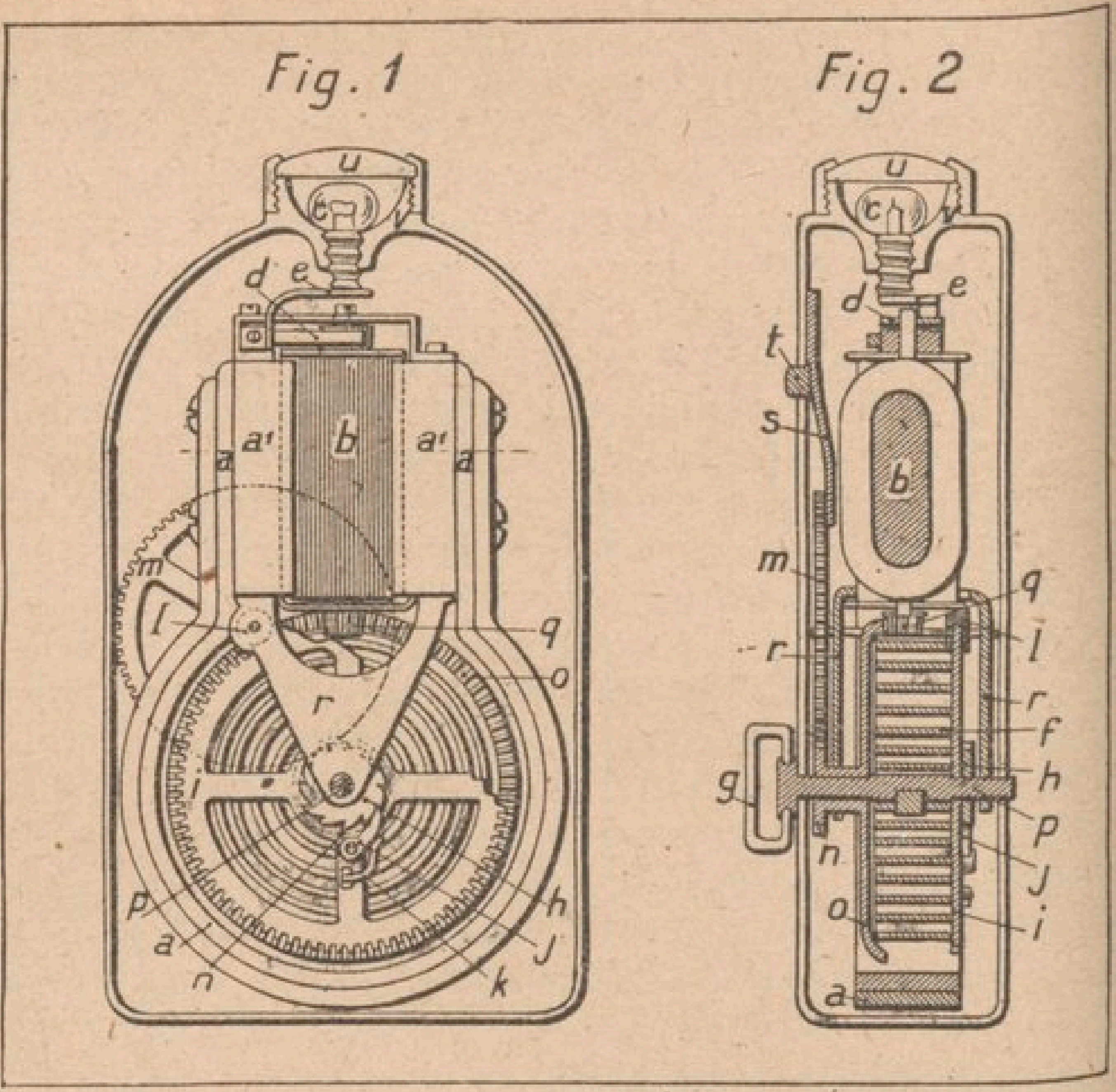
Le ressort peut donc être remonté longtemps à l'avance ; quand on veut se servir de la lampe, il suffit d'écarter le frein *s* en appuyant sur le poussoir *t*. Sous l'action du ressort, la magnéto s'anime d'un rapide mouvement de rotation qui a pour résultat immédiat l'allumage de l'ampoule électrique. Quand on cesse d'appuyer sur le poussoir, le frein agit de nouveau et l'éclairage est interrompu.

Une lentille et un réflecteur approprié augmentent sensiblement l'intensité de la lumière.

Les trois dispositifs qui viennent d'être décrits présentent des avantages incontestables sur les lampes de poche ordinaires. Même si leur prix de vente était sensiblement plus élevé, leur usage serait néanmoins très économique, puisque la durée d'une magnéto n'est, pratiquement, pas limitée. Leur poids sera nécessairement assez élevé, mais par l'emploi de matériaux légers et par la simplification de certains organes, on pourra remédier à cet inconvénient. Si les lampes de poche à magnéto ne sont pas encore exploitées industriellement, il faut vraisemblablement en attribuer la cause, non à leur fonctionnement défectueux, mais aux difficultés considérables que peut encore présenter, à l'heure actuelle, la fabrication en série d'un mécanisme de précision.

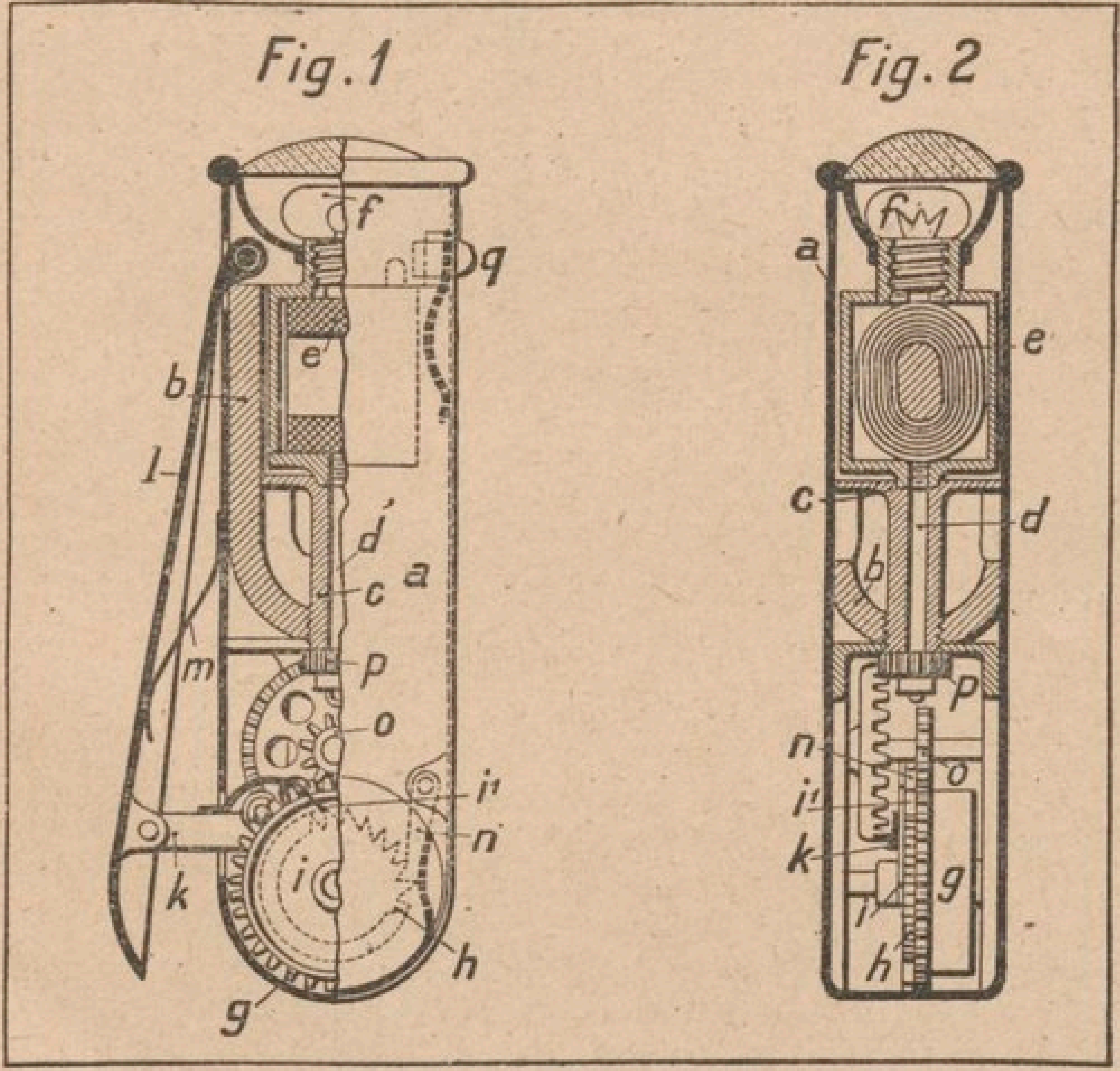
Quoiqu'il en soit, il est souhaitable que ces inventions sortent promptement du domaine expérimental pour entrer dans celui de la pratique, car il est hors de doute que les lampes de poche à magnéto remplaceront avantageusement les appareils actuels.

A. Courtet.



LAMPE A MAGNÉTO FRANÇAISE, A RESSORT D'HORLOGERIE

a, *aimant ;* a[1], *électrodes ;* b, *induit ;* c, *lampe à incandescence ;* d, *balai collecteur ;* e, *lame de contact ;* f, *ressort à spirale ;* g, *clé permettant de remonter le ressort ;* h, *roue à rochet ;* i, *roue dentée ;* j, *cliquet retenu par le ressort* k ; l, *pignon ;* m, *engrenage relié à la roue d'angle* o *par l'intermédiaire du pignon* n ; p, *axe de la roue* o ; q, *pignon d'angle entraînant la magnéto ;* r, *chapes de soutien ;* s, *ressort du bouton-poussoir* t ; u, *lentille de la lampe ;* v, *réflecteur.*



LA LAMPE A MAGNÉTO D'INVENTION SUISSE

a, *enveloppe ;* b, *aimant ;* c, *palier ;* d, *arbre de la bobine induite* e ; f, *lampe à incandescence ;* g, *barillet ;* h, *roue motrice ;* i, *levier ;* i[1], *cliquet ;* k, *articulation du remontoir* l ; m, *ressort du remontoir ;* n, *cliquet d'arrêt ;* o, *roue dentée engrenant le pignon* p ; q, *bouton-poussoir servant à déclencher le ressort.*

LES OBJECTIFS ET LA PHOTOGRAPHIE

Par Dominique GRASSET

Au milieu de la face antérieure d'une boîte à cigares, pratiquons une ouverture de très petit diamètre (2/10e de millimètres) ; remplaçons la face opposée par un verre dépoli, puis, disposons cette chambre noire en face d'un sujet quelconque fortement éclairé ; nous verrons se peindre sur le verre dépoli une image renversée du sujet, image dont il est aisé de se figurer l'obtention, chaque point lumineux du sujet envoyant à travers l'ouverture de la boîte obscure un faisceau très étroit de rayons qui marquent leur trace sur le verre dépoli.

Un tel dispositif s'appelle « sténopé » et permet la photographie « sans objectif ». L'avantage de ce mode de photographie est de donner une image géométriquement exacte et d'embrasser un très grand angle (140° et même 150°). Avec les objectifs dont nous parlerons plus loin, il est impossible de dépasser 100° ; par suite, on est forcé de recourir à ce procédé lorsque l'on veut reproduire des images dépassant cet angle limite.

Naturellement, avec le sténopé, la photographie instantanée est interdite à cause du temps de pose, souvent très long, qu'exige cette méthode quelque peu rudimentaire.

Les lentilles et objectifs remédient au manque de lumière, défaut capital du sténopé ; l'objectif joue le rôle d'une ouverture plus considérable, tout en donnant une très bonne image sur le verre dépoli, résultat qu'il serait impossible d'obtenir si l'on avait recours directement à une grande ouverture.

Il existe deux variétés de lentilles : les unes à bords minces ou convergentes, les autres à bord épais ou divergentes (voir les figures schématiques à la page suivante) ; en photographie, on emploie rarement la lentille divergente seule, sauf dans le téléobjectif. On se sert couramment de la lentille convergente, ou mieux, d'un doublet, assemblage de lentilles convergentes et divergentes.

Pour étudier l'objectif photographique, il faut d'abord considérer une lentille simple convergente (lentille biconvexe), examiner comment l'image des objets se produit sur le verre dépoli, passer en revue les défauts de cette image, en rechercher les causes et en déduire les moyens d'y remédier ; on

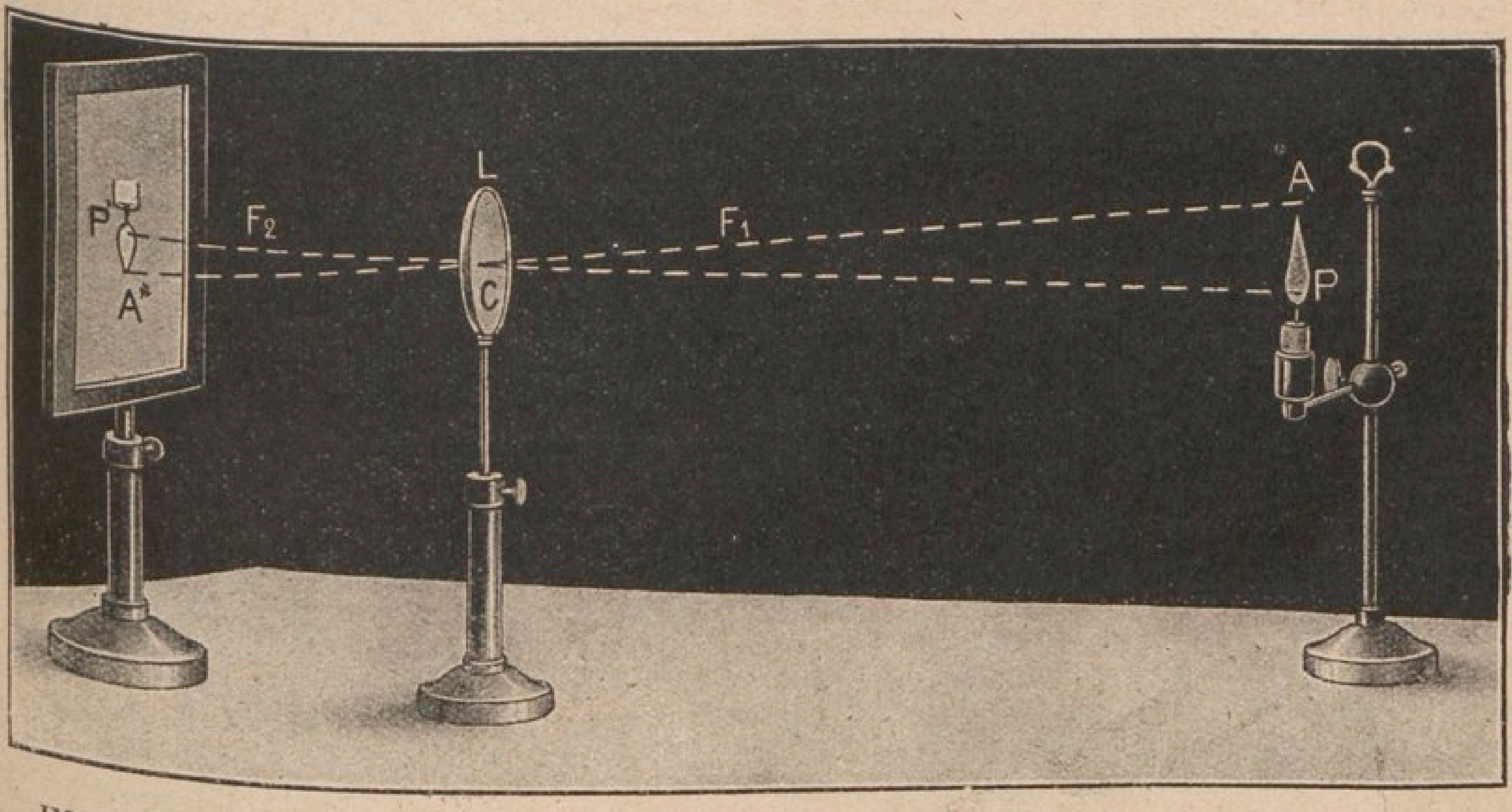
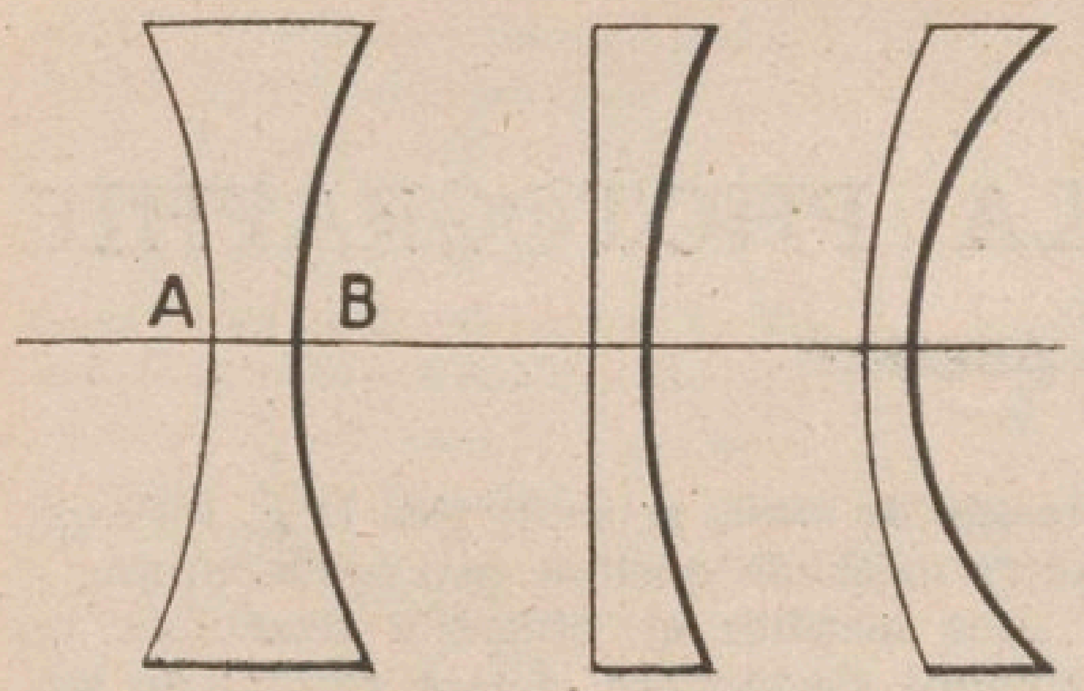


IMAGE SUR UN ÉCRAN D'UN OBJET LUMINEUX PLACÉ DEVANT UNE LENTILLE SIMPLE

Étant donné une lentille L, chaque point de la flamme P A d'une bougie placée sur l'axe principal de la lentille émettra un rayon lumineux A F_1 ou P F_2 passant par le centre C de la lentille et dont l'image ira se former sur l'écran. Le point P aura son image en P' et le point A en A', ce qui donne lieu à une image renversée A' P' par rapport à P A. Les points A et A', P et P' sont dits points conjugués.



LES TROIS GENRES DE LENTILLES CONCAVES OU A BORDS ÉPAIS

A gauche : A B, *lentille biconvexe ; au milieu : lentille plan-concave ; à droite, lentille convexo-concave ou ménisque divergent dont la face convexe a un rayon bien plus grand que la face concave.*

connaîtra donc ainsi les modifications à faire subir à une lentille simple pour en faire un objectif aussi exempt que possible de défauts.

Une lentille sphérique est une masse de matière réfringente, c'est-à-dire apte à réfracter (ou mieux encore à dévier) les rayons lumineux, limitée par deux portions de sphères. L'*axe principal* de la lentille est la droite qui joint les centres de ces deux sphères; suivant cette seule direction, un rayon lumineux peut traverser le système sans déviation ni déplacement latéral.

Considérons un rayon lumineux monochromatique, rouge ou jaune, par exemple, venant d'un point de cet axe principal et rencontrant la première face de la lentille; il subira à l'entrée une première réfraction et, à la sortie, une seconde réfraction qui aura pour effet de le rabattre vers l'axe si la lentille est plus épaisse au centre qu'au bord, et de l'écarter en sens inverse lorsque la lentille est plus mince au centre qu'au bord. Il suit de là qu'un faisceau conique de lumière monochromatique, situé autour de l'axe principal, sera transformé en un faisceau conique de lumière convergeant au delà, ou paraissant diverger de la lentille, suivant qu'elle est à bords minces ou épais, d'où les noms connus, très bien appropriés, de lentilles convergentes ou divergentes.

Le second point où convergent, après réfraction, les rayons issus d'un premier point lumineux est dit, en langage technique, *image réelle* de ce dernier; le second point, d'où paraissent diverger les rayons issus d'un premier est dit *image virtuelle* de celui-ci.

Si le faisceau incident est cylindrique, c'est-à-dire formé de rayons parallèles à l'axe principal, et *voisins* de cet axe, les rayons réfractés constitueront un cône convergent ou un cône divergent, suivant que la lentille est convergente ou divergente.

On réalise trois types de lentilles convergentes : la lentille biconvexe, la lentille plan-convexe, le ménisque convergent et trois types bien caractérisés de lentilles divergentes : la lentille biconcave, la lentille plan-concave, et enfin le ménisque divergent.

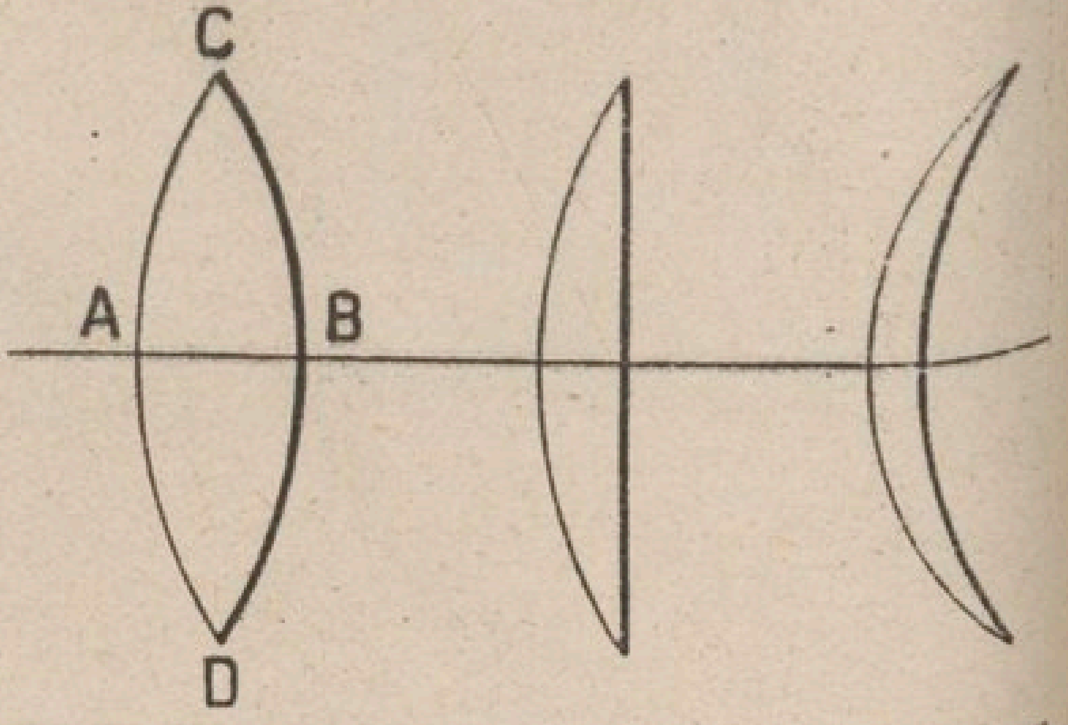
Un faisceau cylindrique de lumière monochromatique, parallèle à l'axe principal, ou peu écarté de cet axe, est transformé par une lentille convergente en un faisceau conique dont le sommet, placé exactement derrière la lentille, est dit *foyer principal réel.* En retournant la lentille face pour face, par rapport à la lumière incidente, on trouvera un second foyer principal, situé à la même distance de cette lentille que le premier foyer.

Si la lentille était divergente, le faisceau de lumière parallèle serait converti naturellement en un faisceau conique divergent paraissant situé derrière la lentille que l'on appellerait alors *foyer principal virtuel.*

D'un point, situé sur l'axe principal, à distance finie, et fournissant de la lumière monochromatique, une lentille donne une image réelle ou virtuelle, que la lentille soit convergente ou divergente ; la réalité ou la virtualité de l'image dépend de la distance qui sépare le point-objet de la lentille. Ces deux points sont appelés foyers conjugués.

Un faisceau de rayons monochromatiques rigoureusement parallèles entre eux, mais non parallèles à l'axe principal, peu obliques par rapport à cet axe, donne, après réfraction dans une lentille, un foyer unique qui est dénommé foyer secondaire et situé complètement en dehors de l'axe principal.

De même, un point hors de l'axe, donne un faisceau conique qui est transformé par

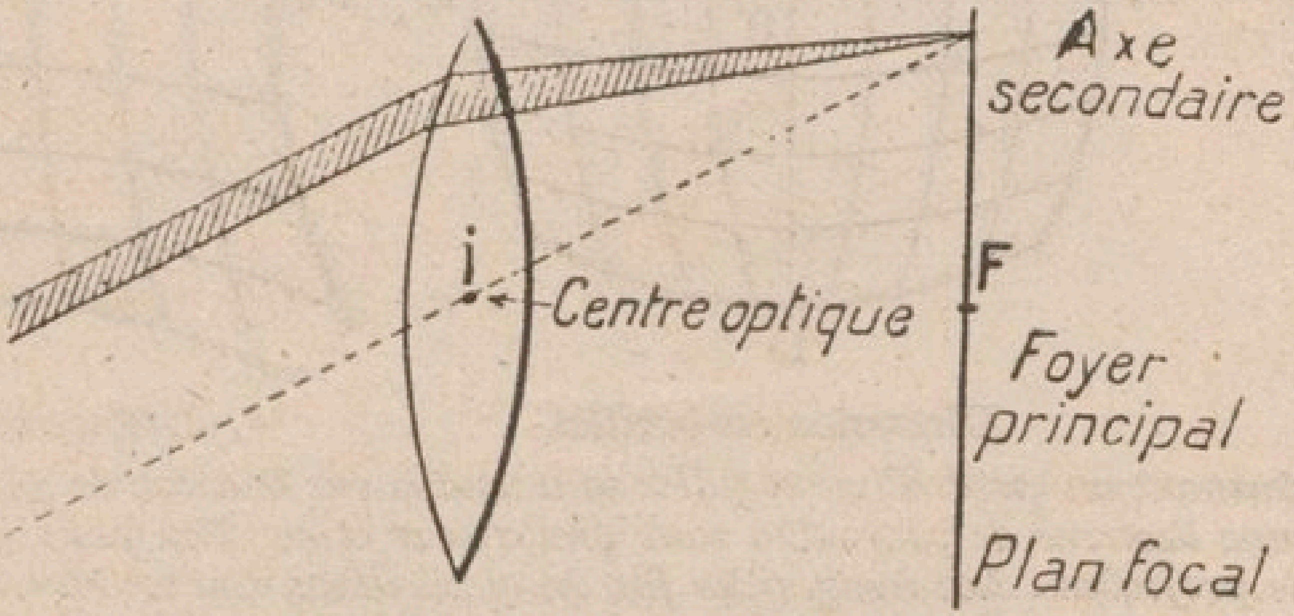


LES TROIS GENRES DE LENTILLES CONVEXES OU A BORDS MINCES

A gauche : lentille biconvexe A C B D ; *au milieu : lentille plan-convexe; à droite : lentille concavo-convexe ou ménisque convergent dont la face concave a un rayon plus grand que la face convexe.*

réfraction en un faisceau conique de sommet unique, conjugué du premier, à condition que les rayons incidents soient peu obliques par rapport à l'axe principal et s'en éloignent peu. L'un des rayons incidents donne naissance à un rayon émergent qui lui est parallèle ; ce rayon a éprouvé simplement un déplacement latéral sans aucune déviation.

La direction qui possède cette propriété particulière est dite *axe secondaire.* Le déplacement latéral de chaque axe secondaire dépend de son inclinaison et aussi de l'épaisseur de la lentille.



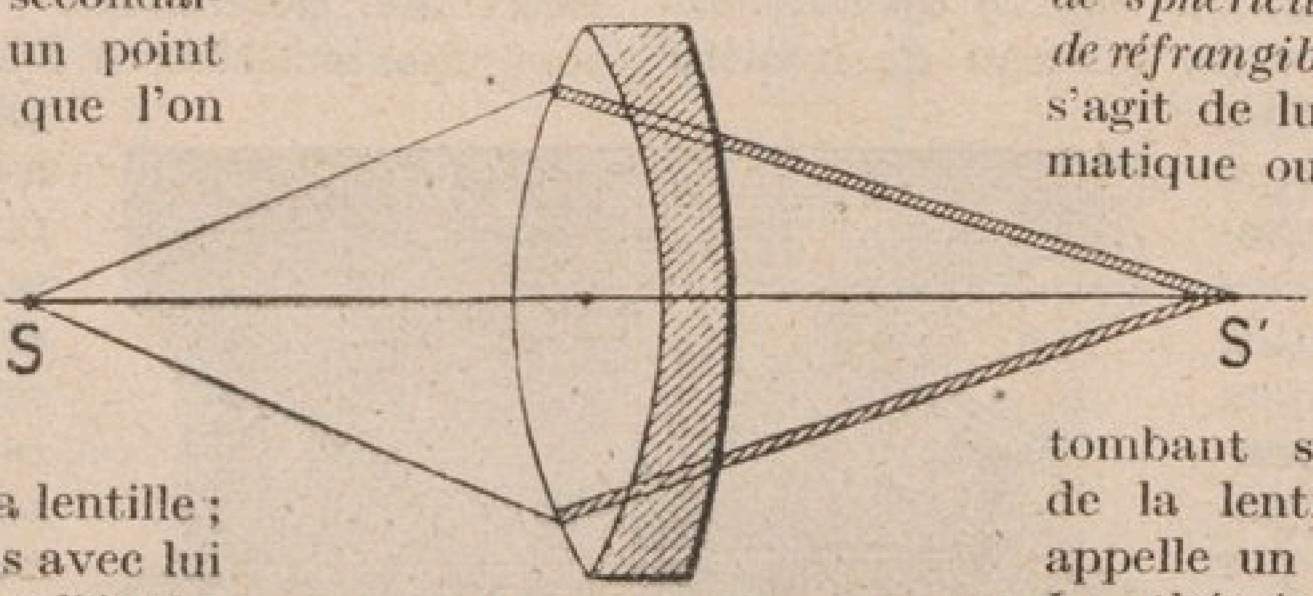
PROPRIÉTÉS OPTIQUES D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

Tous les rayons lumineux traversant une lentille convergente sont déviés, sauf ceux qui passent par un point i *dénommé centre optique. Ces derniers rayons sont dits « axes secondaires » par opposition à l'axe principal* i F.

En prolongeant à l'intérieur de la lentille les directions incidentes des axes secondaires, peu obliques par rapport à l'axe principal, on constate qu'elles se rencontrent en un même point de l'axe principal appelé : *point nodal d'incidence;* les portions émergentes se coupent de même en un point unique différent du premier et qui est dit *point nodal d'émergence.* Le mot « nodal » vient du latin *nodus,* nœud.

D'autre part, les portions intérieures réfractées des axes secondaires se coupent en un point de l'axe principal que l'on nomme *centre optique.* Les points nodaux sont les images du centre optique par rapport aux deux faces de la lentille ; ils seront confondus avec lui dans une lentille dont l'épaisseur pourra *pratiquement* être considérée comme nulle.

La distance du point nodal d'émergence au second foyer principal s'appelle distance focale principale ; celle du point nodal d'incidence au premier foyer principal s'appelle aussi distance focale principale et les deux distances focales principales sont absolument égales.



CORRECTION DE L'ABERRATION CHROMATIQUE

Ce dispositif, qui comporte une lentille convergente ou « crown glass » (à gauche) et une lentille divergente ou « flint glass » (à droite), constitue une lentille convergente achromatique. Il permet de corriger ainsi le phénomène de l'aberration chromatique par suite duquel les images des lentilles simples sont fâcheusement bordées de liserés rouges ou violets.

Les foyers secondaires des axes secondaires peu obliques sont donc situés sur une calotte sphérique ayant pour rayon la distance focale ; cette calotte peut être confondue avec un plan perpendiculaire à l'axe principal en passant par le second foyer principal ; ce plan, alors, est dénommé : *plan focal principal.*

De même, les images de points situés à une petite distance de l'axe principal, sur une portion de plan perpendiculaire à celui-ci, sont situées sur un élément de surface pouvant être regardé comme placé sur un plan également perpendiculaire à l'axe principal.

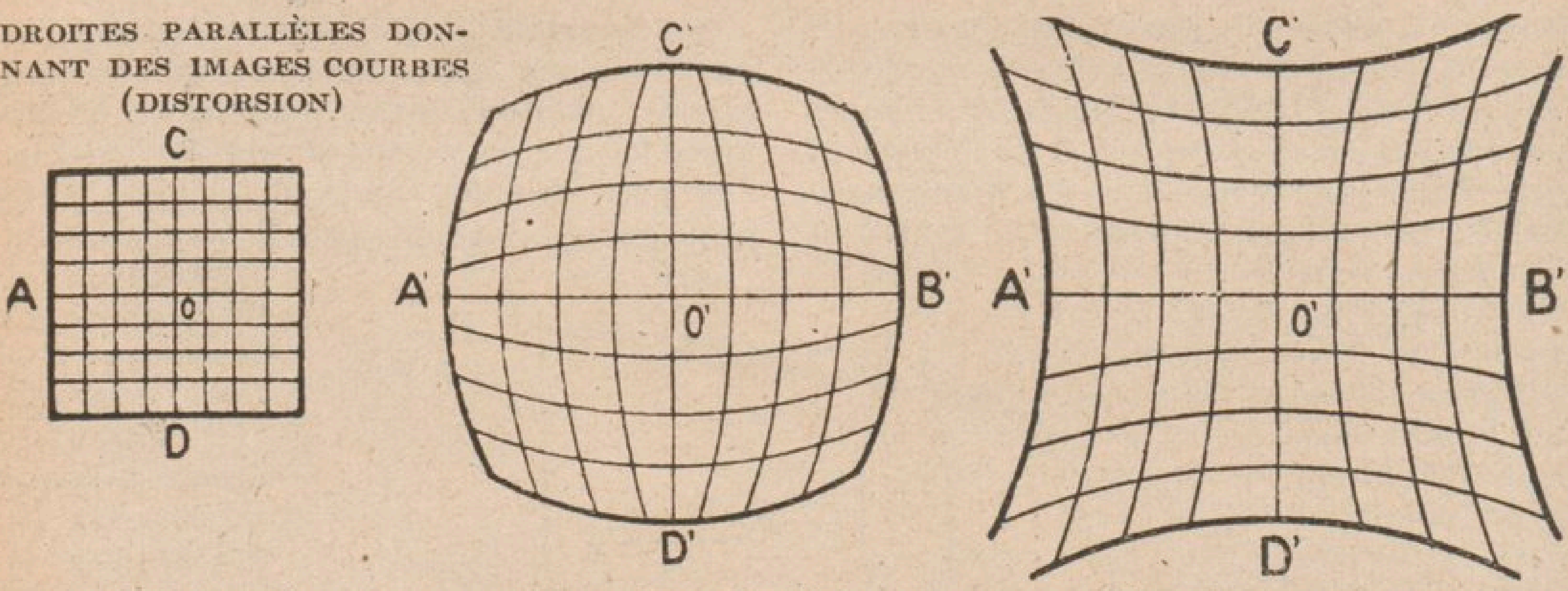
En résumé, une lentille simple, réduite à sa portion centrale, donne une image nette d'un objet plan, pourvu que cet objet soit de petites dimensions par rapport à sa distance à la lentille et qu'il soit uniquement éclairé par une lumière monochromatique.

Les lentilles simples présentent certains défauts qu'il est indispensable de corriger et que l'on désigne sous les noms d'*aberration de sphéricité* et d'*aberration de réfrangibilité,* suivant qu'il s'agit de lumière monochromatique ou complexe.

Considérons un rayon monochromatique parallèle à l'axe tombant sur la périphérie de la lentille et que l'on appelle un rayon marginal. La théorie et l'expérience nous montrent que, pour le cas spécial d'une lentille convergente, le rayon réfracté coupera l'axe principal plus près de la lentille que le rayon parallèle à l'axe principal passant par la partie centrale (rayon central).

La distance définie comprise entre ces deux foyers, est appelée *aberration longitudinale principale*; il en est

DROITES PARALLÈLES DONNANT DES IMAGES COURBES (DISTORSION)



Cadre carré. *Distorsion en barillet.* *Distorsion en croissant.*

Des fils métalliques formant un quadrillage régulier sont tendus sur le cadre de gauche qu'on éclaire par la lumière venant d'une lanterne de projection sans condenseur et que l'on place perpendiculairement à l'axe d'une lentille de projection. Les images des fils du quadrillage sont tordues, sauf pour les deux fils en croix A B, C D, *qui rencontrent l'axe en* O. *Suivant le mode d'éclairage employé, on obtient la distorsion en barillet (courbure dirigée vers l'intérieur) ou la distorsion en croissant (courbure dirigée vers l'extérieur). — Les deux lignes en croix du cadre sont reproduites également en croix* (A' B', C' D'), *c'est-à-dire sans avoir subi de déformation, dans les images distordues.*

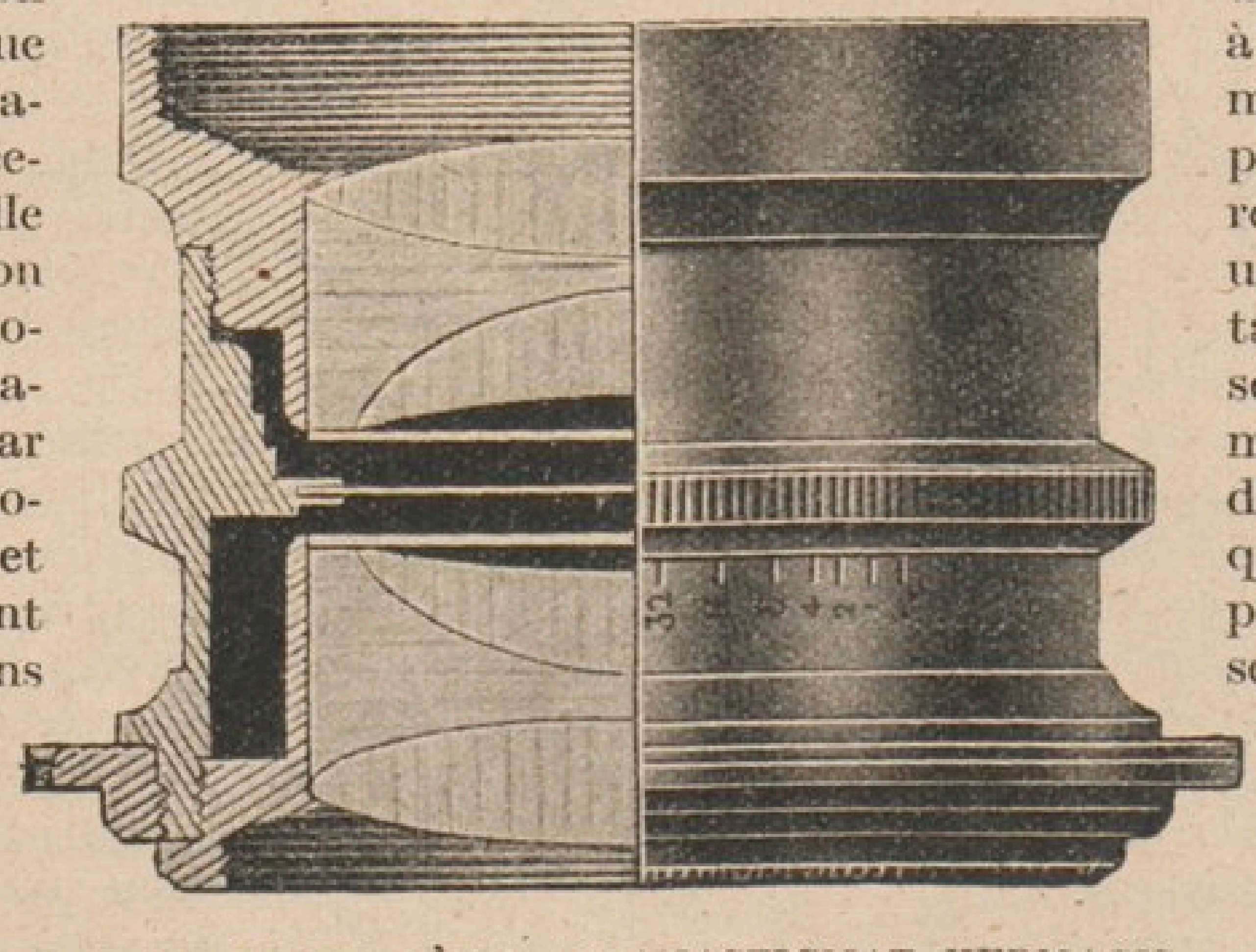
de même pour un rayon marginal et un rayon central parallèles à un axe secondaire. Cette *aberration de sphéricité* croît avec l'ouverture de la lentille et avec l'inclinaison des rayons sur son axe. On corrige autant que possible l'*aberration de sphéricité* en diminuant l'ouverture de la lentille, soit par un diaphragme placé en avant et à une assez grande distance de cette lentille, soit encore par l'association de plusieurs lentilles. Un objectif simple, composé de deux lentilles et complètement exempt d'aberration sphérique, est dit *objectif aplanétique*.

Soit maintenant un faisceau de lumière complexe, que l'on rencontre à chaque instant en photographie. Si nous recevons sur une lentille convergente un rayon de lumière non monochromatique, parallèle à l'axe, par exemple, rouge violet, la théorie et l'expérience montrent encore que les rayons rouge et violet, réfractés, ne forment pas leurs foyers principaux en un point identique de l'axe principal ; le foyer principal rouge est plus éloigné de la lentille que le foyer principal violet.

Cette séparation des foyers des divers rayons colorés constitue ce qu'on appelle l'*aberration chromatique* ou de *réfrangibilité*.

Au point de vue optique, par suite de cette dernière aberration, l'image d'un point lumineux est entourée d'une auréole colorée. Au point de vue photographique, les rayons les plus actifs se trouvent vers le foyer violet et même au delà de la région comprise entre les deux foyers rouge et violet. Si donc, par la mise au point sur la glace dépolie, on a déterminé exactement l'image d'un point, lorsqu'on substituera à ladite glace dépolie une surface sensible à la lumière, il se formera non plus un point-image avec auréole colorée, mais une tache d'une certaine étendue. Il en sera évidemment de même lorsqu'il s'agira d'un objet coloré, qui, après développement de la glace sensible, donnera une image toute floue, c'est-à-dire manquant de netteté.

La théorie montre qu'on remédie à ce défaut en associant deux lentilles de substances et de na-

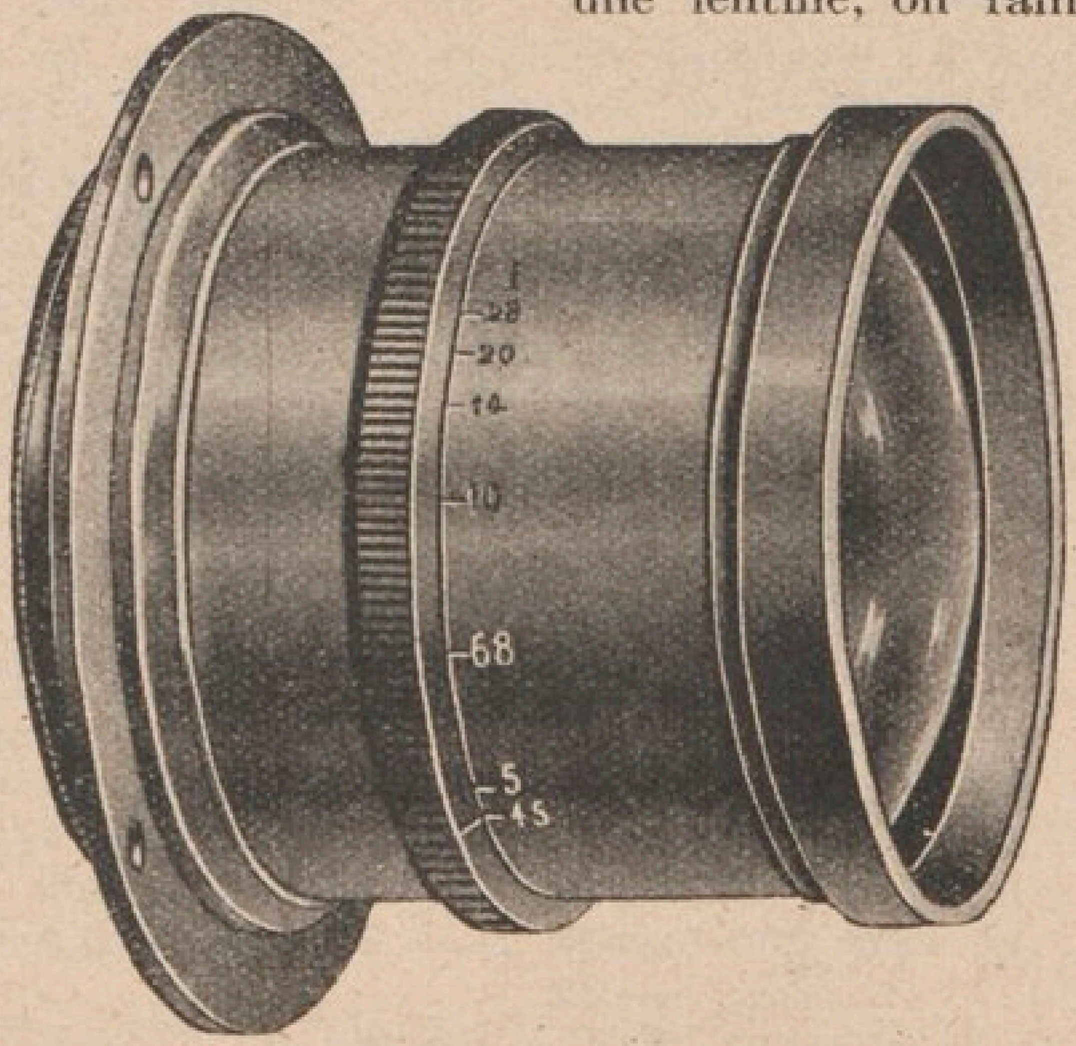


DEMI-COUPE D'UN APLANASTIGMAT HERMAGIS

Cet objectif, qui peut se dédoubler, offre la combinaison d'un aplanat et d'un anastigmat; il fournit des images très correctes et il est doué d'une grande rapidité, ce qui le rend très apte à toutes sortes de travaux photographiques.

tures différentes, l'une convergente en *crown-glass*, l'autre divergente en *flint-glass*, on fait ainsi coïncider les foyers des rayons jaunes et des rayons violets; les rayons jaunes, étant ceux qui impressionnent le plus la rétine, permettent une mise au point exacte, tandis que les rayons violets, doués de remarquables propriétés chimiques, impressionnent très promptement les sels d'argent de la plaque photographique.

Au contraire, lorsque les foyers jaunes et violets sont distincts, on obtient photographiquement une image floue à cause de la non-coïncidence dans l'espace de l'image optique et de ce qu'on peut appeler l'image chimique, laquelle est située en avant de la première.

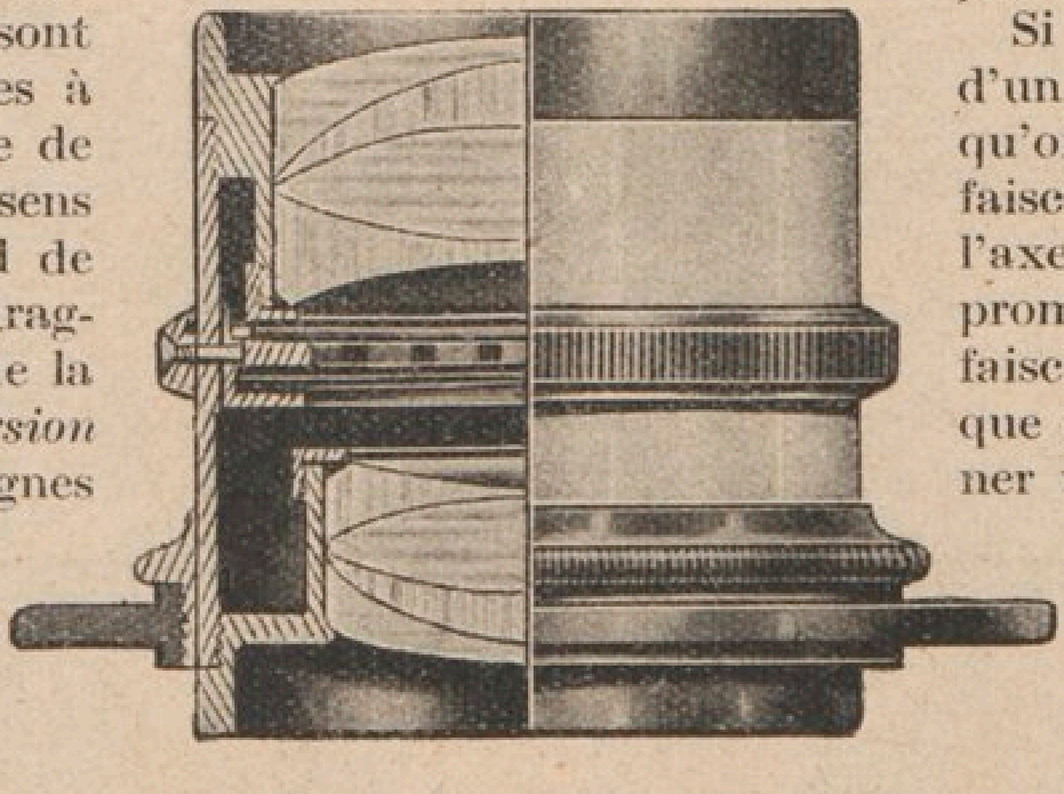


ANASTIGMAT HERMAGIS

Cet objectif symétrique comporte quatre lentilles non collées et peut se dédoubler quand on veut obtenir des instantanés à très grandes vitesses, des portraits et des groupes à l'atelier, des agrandissements, etc.

Pour certains travaux, on fait coïncider les foyers rouge, jaune et violet en employant trois verres. Ces objectifs et les précédents sont dits *achromatiques*.

Les lentilles simples donnent des images déformées de lignes lumineuses. Ces images sont de plus en plus courbes à mesure qu'on s'éloigne de l'axe principal, et le sens de la courbure dépend de la position du diaphragme : s'il est en avant de la lentille, on a la *distorsion en barillet* où les lignes tournent leur concavité vers l'axe ; s'il est en arrière, la distorsion est en *croissant*. Dans tous les cas, la distorsion diminue quand le diaphragme se rapproche de la lentille. On remédie à ce défaut par l'emploi d'objectifs symétriques, formés de deux systèmes optiques identiques symétriquement placés par rapport au diaphragme : les distorsions égales et de sens contraire qui en résultent, peuvent ainsi s'annuler (Voir à la page 116 les figures des distorsions).



OBJECTIF DOUBLE DIT « DOUBLET »

On voit que cette monture, assez compliquée, comporte deux éléments composés chacun de quatre lentilles et pouvant s'employer séparément comme objectifs simples anastigmatiques.

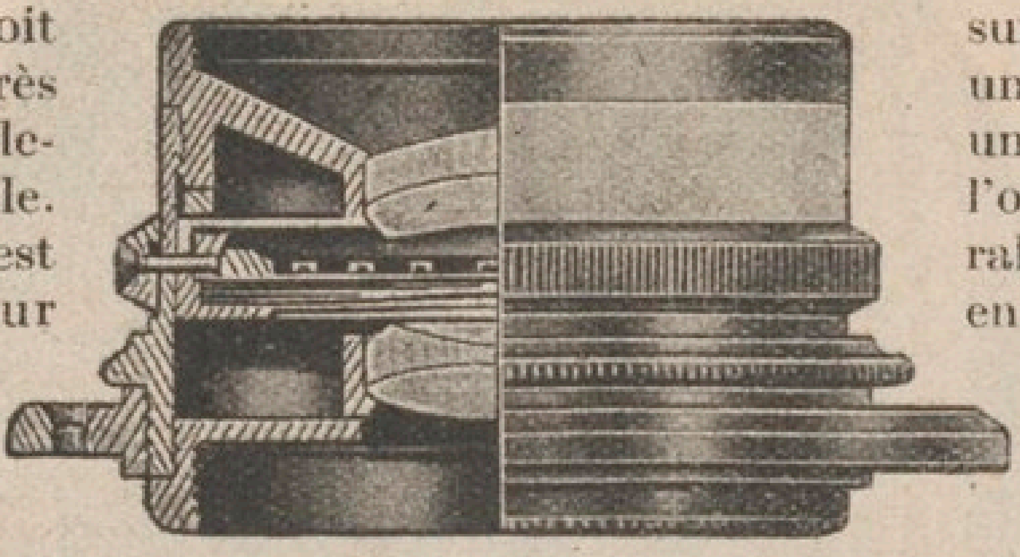
En réduisant par l'emploi d'un diaphragme l'ouverture des faisceaux lumineux que reçoit une lentille, on ramène à des dimensions suffisamment petites pour qu'on puisse les assimiler à un point, les taches que forment ces faisceaux, et l'on peut, par suite, obtenir des images nettes. Mais, si l'objet est une ligne lumineuse, perpendiculaire à l'axe principal, le foyer conjugué de l'extrémité se formera sur l'axe secondaire en un point plus rapproché du centre optique que le conjugué du pied de la perpendiculaire sur l'axe principal. Si donc l'objet lumineux est une surface plane perpendiculaire à l'axe principal, son image conjuguée à travers la lentille ne pourra pas être plane et présentera toujours une courbure plus ou moins accentuée. Ce défaut constitue la *courbure de la surface focale* appelée improprement *courbure du champ*.

Si on munit une lentille d'un petit diaphragme et qu'on reçoive sur celui-ci un faisceau lumineux incliné sur l'axe principal, puis qu'on promène un écran dans le faisceau réfracté, on observe que celui-ci, au lieu de donner un point-image, s'étrangle de façon à donner deux éléments de droites ou *lignes focales* perpendiculaires entre elles et d'autant plus écartées l'une de l'autre que l'axe du faisceau est plus oblique. Dans ces conditions très défectueuses, il est donc impossible de mettre au point à cause de ce défaut, qui constitue l'*astigmatisme*.

Pour réduire autant que possible l'astigmatisme, on s'efforcera de recevoir les fais-

ceaux d'obliquités diverses aussi normalement que possible sur les surfaces réfringentes en employant une lentille en forme de ménisque, tournant sa concavité vers la lumière et en plaçant, en avant, à petite distance, un diaphragme à petite ouverture, de manière que chacun des faisceaux lumineux soit utilisé sur une portion très restreinte et convenablement orientée de la lentille.

L'*angle de champ* est l'angle maximum pour lequel l'objectif a été calculé. On ne doit pas confondre cet angle, généralement indiqué dans les catalogues des constructeurs, avec l'angle embrassé, toujours moindre, qui ne dépend que de la diagonale de la plaque sensible et de la distance focale de l'objectif.

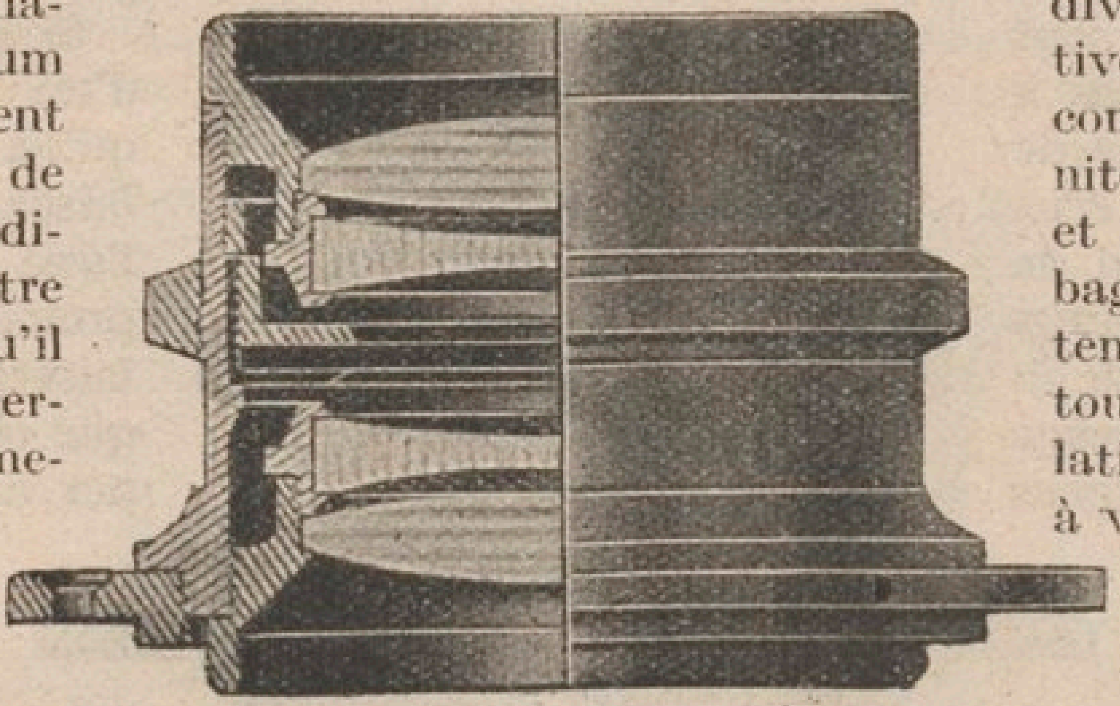


OBJECTIF GRAND ANGLE

Établi en vue de la photographie des monuments et des intérieurs, cet objectif, dont le foyer varie de 112 à 212 mm, est dénommé un extra grand angle (plus de 100 degrés).

L'*ouverture mécanique* est le diamètre en millimètres du plus grand diaphragme, diamètre que l'on mesure généralement à l'aide d'un compas ou d'un pied à coulisse.

On nomme *ouverture utile* le diamètre du cône formé par les rayons lumineux à leur entrée dans l'objectif. Pour la mesurer, on fait la mise au point sur un objet très éloigné. A la place du verre dépoli on dispose ensuite un carton percé d'un petit trou fortement éclairé et on met le diaphragme au maximum d'ouverture ; on obtient ainsi sur une feuille de papier à noircissement direct, que l'on pose contre l'objectif jusqu'à ce qu'il soit impressionné, un cercle dont le diamètre mesure l'*ouverture utile*.



OBJECTIF DOUBLE ANASTIGMAT (F : 6.8)

Ce dispositif s'emploie dans de nombreux cas : instantanés, portraits, groupes, paysages, etc. L'angle est d'environ 70 degrés.

Si l'on divise la distance focale f de l'objectif par le diamètre de son ouverture utile, on a comme quotient un nombre plus grand que l'unité. L'inverse de ce nombre est l'*ouverture relative* de l'objectif. C'est la notation adoptée par les constructeurs et c'est pourquoi l'on trouve dans les catalogues les indications : $\frac{f}{4}$; $\frac{f}{6,3}$; $\frac{f}{8}$, etc...

Lorsqu'on met au point sur un objet situé à une certaine distance d, on observe que d'autres objets situés en deçà ou au delà de celui-ci donnent des images parfaitement nettes ; la distance entre les plans extrêmes de ces objets mesure la *profondeur de champ* pour la distance d considérée.

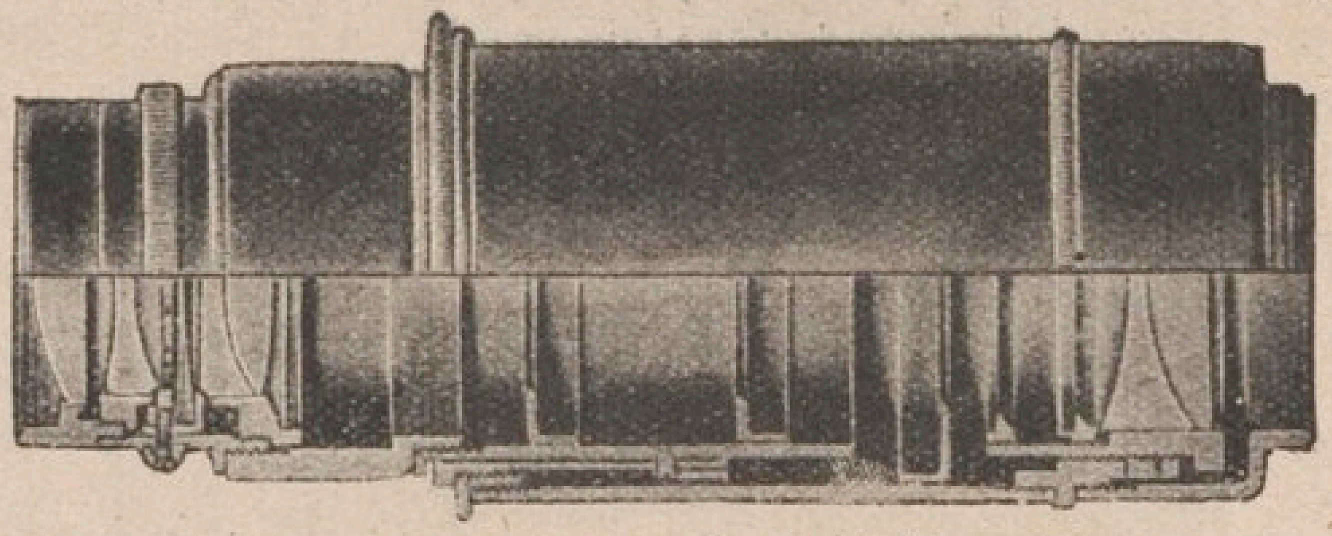
Si on fait la mise au point sur un point-objet ou sur une ligne très fine placée à une distance quelconque de l'objectif, on peut, en général, déplacer le verre dépoli en avant ou en arrière sans que l'image de la ligne ou du point visé cesse d'être nette. La distance qui sépare ces deux positions limites sera la *profondeur du foyer* pour la distance considérée ; on peut donner plus de profondeur à un objectif en diminuant le diamètre du diaphragme.

Lorsqu'on fait la mise au point sur l'infini, on trouve que les plans situés plus près de l'objectif donnent des images relativement nettes. La distance à l'objectif des plus rapprochés de ces plans à image nette constitue ce qu'on appelle la *distance hyperfocale*.

Les diaphragmes sont à vannes ou à iris. A vannes, ils sont formés par des plaques métalliques percées chacune de trous de diamètres déterminés correspondant aux diverses ouvertures relatives. A iris, ils sont constitués par une infinité de lamelles solidaires et mues à l'aide d'une bague permettant d'obtenir sans discontinuité toutes les ouvertures relatives. Les diaphragmes à vannes, embarrassants, faciles à perdre, à oublier, sont aujourd'hui délaissés et remplacés avec profit, sauf pour des travaux spéciaux de photogravure, par le diaphragme *iris*.

Le diaphragme doit être placé au centre optique de l'objectif, c'est-à-dire à l'avant si le système optique est unique (face convexe tournée vers l'image). On l'installe entre les deux verres lorsqu'il s'agit d'un objectif formé de deux systèmes optiques séparés.

Le diaphragme atténue et corrige les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, ainsi que la distorsion. La profondeur du champ augmente au fur et à mesure que l'on diaphragme, ainsi que la profondeur du foyer tandis que la distance hyperfocale diminue. L'emploi du diaphragme permet à l'objectif de mieux couvrir la plaque, car les aberrations dues aux rayons marginaux sont la cause du manque de netteté de l'image sur les bords du verre dépoli.



VUE EN DEMI-COUPE D'UN TÉLÉ-OBJECTIF

Ce genre d'objectif s'emploie notamment pour les grands portraits, les paysages pris de loin et les détails d'architecture. Il se compose d'un objectif photographique et d'une lentille divergente réunis par un tube-raccord à tirage dont on fait varier à volonté la longueur, ce qui donne au télé-objectif la distance focale désirée par l'opérateur.

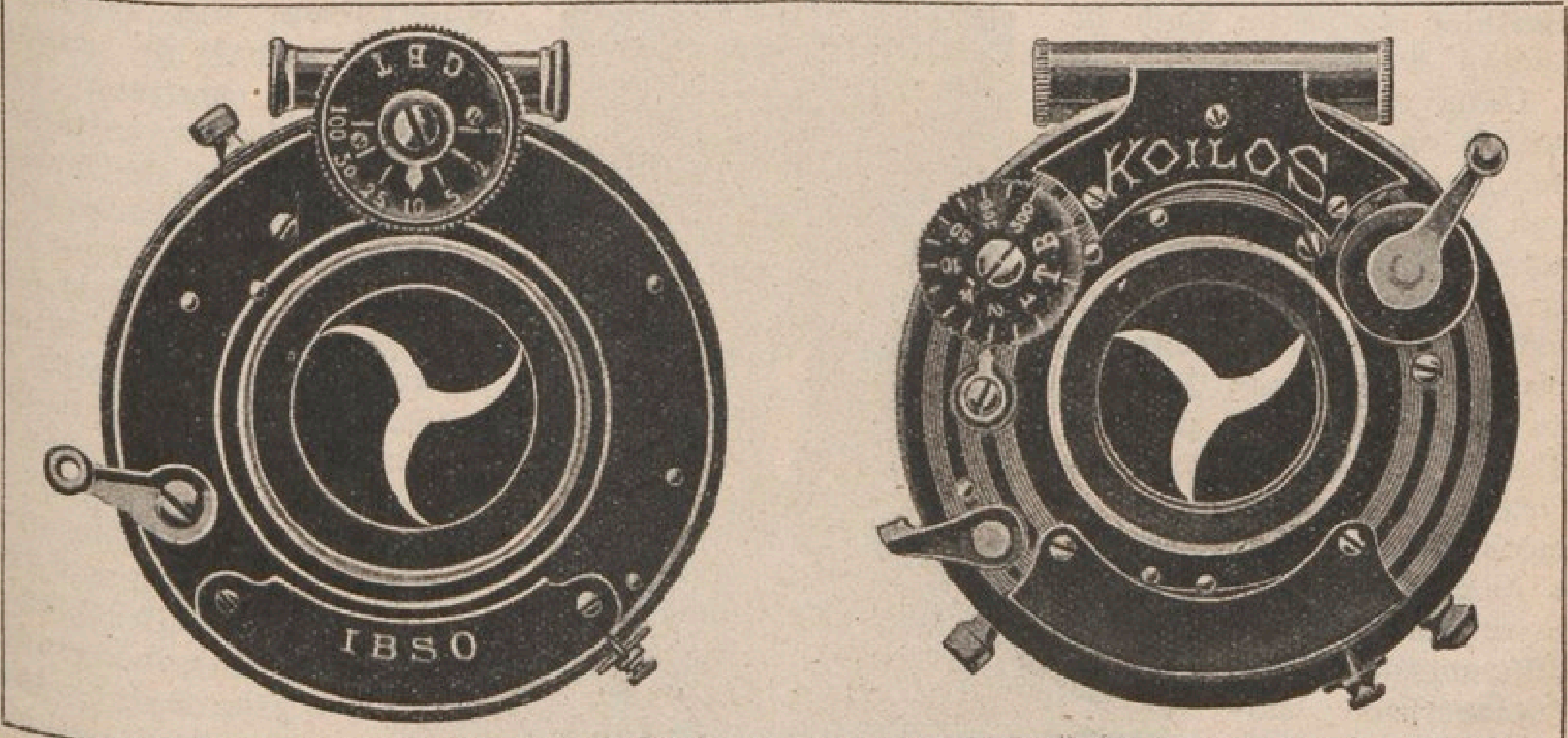
Pour numéroter les diaphragmes, on emploie la notation du Congrès photographique de 1900. Les nombres gravés sur l'objectif à diaphragme iris indiquent l'ouverture relative et sont tels qu'en passant d'une ouverture à la suivante, le temps de pose doit être doublé, alors qu'il diminue de moitié en passant à la précédente. C'est ainsi qu'on a la série : f : 1 — 1,4 — 2 — 28 — 4 — 5,6 — 8 — 11.3 — 16 — 22.6 — 32 — 45 — 64 — 90.

L'objectif simple fut naturellement le premier employé. Longtemps délaissé, il est aujourd'hui beaucoup plus utilisé, grâce aux perfectionnements dont il a été l'objet. M. Dallmeyer, en employant trois verres au lieu de deux, fait disparaître tous les défauts de l'objectif simple et lui donne des qualités nouvelles : c'est ainsi qu'il corrige d'une manière beaucoup plus complète les diverses aberrations, qu'il augmente le champ, diminue la distorsion et augmente beaucoup l'ouverture et, par suite, la clarté, simplement en rapprochant suffisamment le diaphragme du système optique.

Les types construits d'après ce principe sont : l'*objectif simple grand angulaire* et l'*objectif grand angulaire pour vues.*

Plus récemment, M. Dallmeyer a imaginé un nouveau type d'objectif qui rend de grands services ; il est formé de deux systèmes optiques, avec diaphragme placé en avant.

Pour réaliser le meilleur objectif possible, il convient d'associer deux systèmes opti-



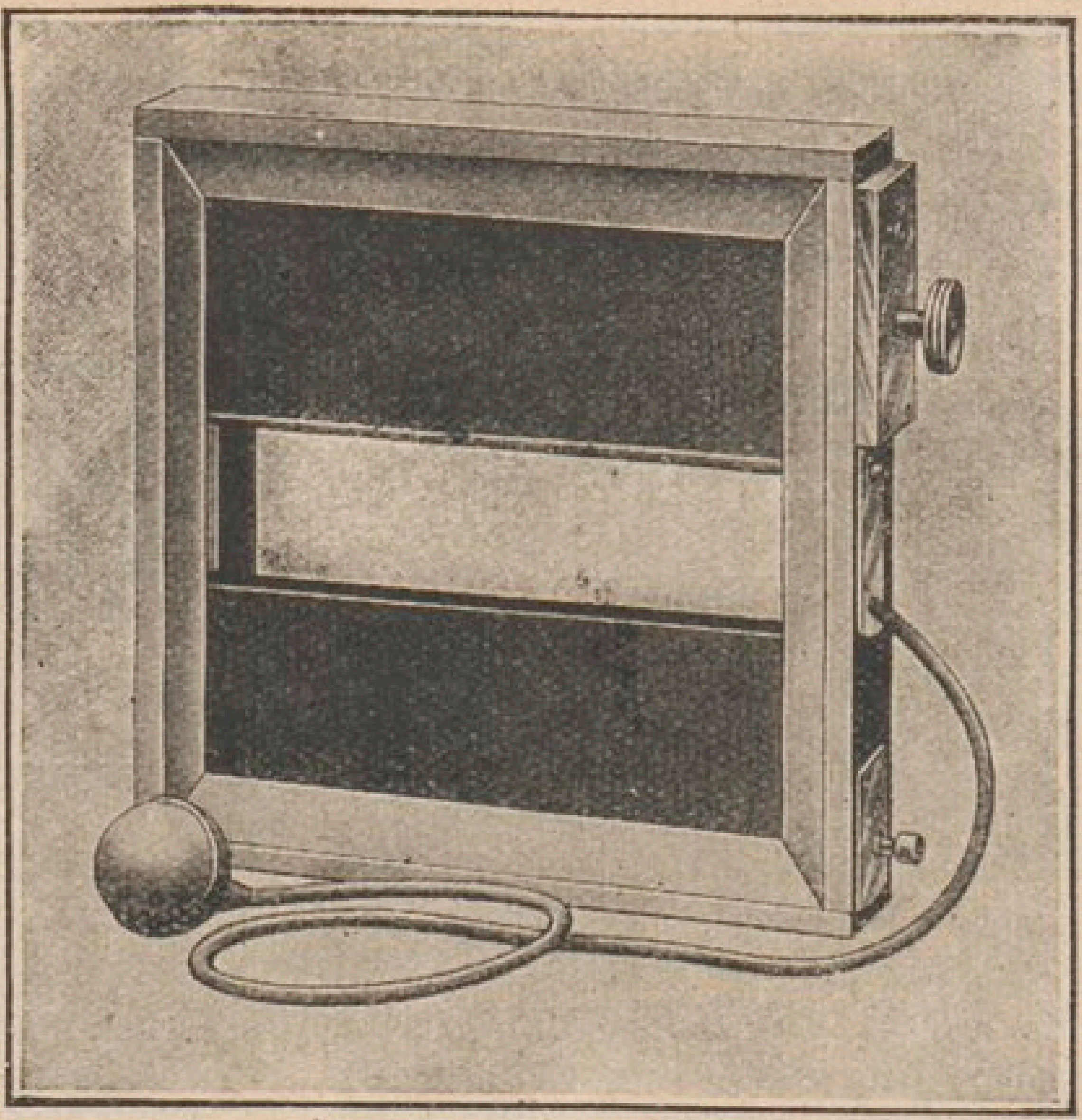
DEUX MODÈLES D'OBTURATEURS CENTRAUX A SECTEURS A TROIS LAMES

A gauche: obturateur à secteurs de construction simplifiée, automatique et réglable de 1 à 1/100e de seconde. A droite: obturateur léger et de modèle réduit faisant la pose en un ou deux temps et l'instantané à vitesses réglables de une seconde à 1/300e environ. Dans les deux cas, le déclenchement a lieu à la main ou à la poire, et l'obturateur se place entre les lentilles.

ques identiques, symétriquement disposés, et de placer le diaphragme dans le plan de symétrie.

Les deux types d'objectifs symétriques les plus caractéristiques sont le *rectilinéaire* rapide de M. Dallmeyer et l'*Aplanat* du docteur Steinheil.

Pour obtenir avec les objectifs symétriques un grand angle de champ, on rapproche les lentilles et l'on force leurs courbûres, ce qui a l'inconvénient d'accroître les aberrations de sphéricité ; il faut donc diminuer l'ouverture, ce qui entraîne naturellement une très sensible diminution de clarté utile.



OBTURATEUR A DOUBLE RIDEAU

Ce genre d'obturateur, qui s'adapte sur des chambres carrées ou rectangulaires, s'ajuste entre la chambre et l'arrière-cadre du verre dépoli. Le déclenchement du double rideau s'obtient au moyen d'une poire.

Pour le *symétrique grand angle de Ross*, le plus grand et le plus petit diaphragmes mesurent $\frac{f}{32}$ et $\frac{f}{128}$; l'angle de champ, avec une distance focale de 230 millimètres et le plus petit diaphragme, est de 65°.

Le périgraphe de Lacour-Berthiot donne un angle de champ de près de 100°.

Dans certains objectifs encore en usage, on se sert de deux lentilles combinées non symétriques et également achromatiques. A la vérité, la distorsion n'est pas complètement détruite, mais, en disposant les deux lentilles en sens inverse de part et d'autre du diaphragme, on l'atténuera sensiblement. D'autre part, à cause des six rayons de courbure différents on obtient l'aplanétisme suivant l'axe et de la surface focale. Tel est le *rectilinéaire de Dallmeyer* qui offre un champ considérable avec une ouverture relativement grande.

Comme objectif dissymétrique, on peut citer l'Antiplanat pour groupes du docteur Steinheil.

Les constructeurs recommandent souvent un certain nombre d'objectifs à trois ou quatre lentilles qui, avec une ouverture relativement grande, fournissent une image plane suffisamment corrigée.

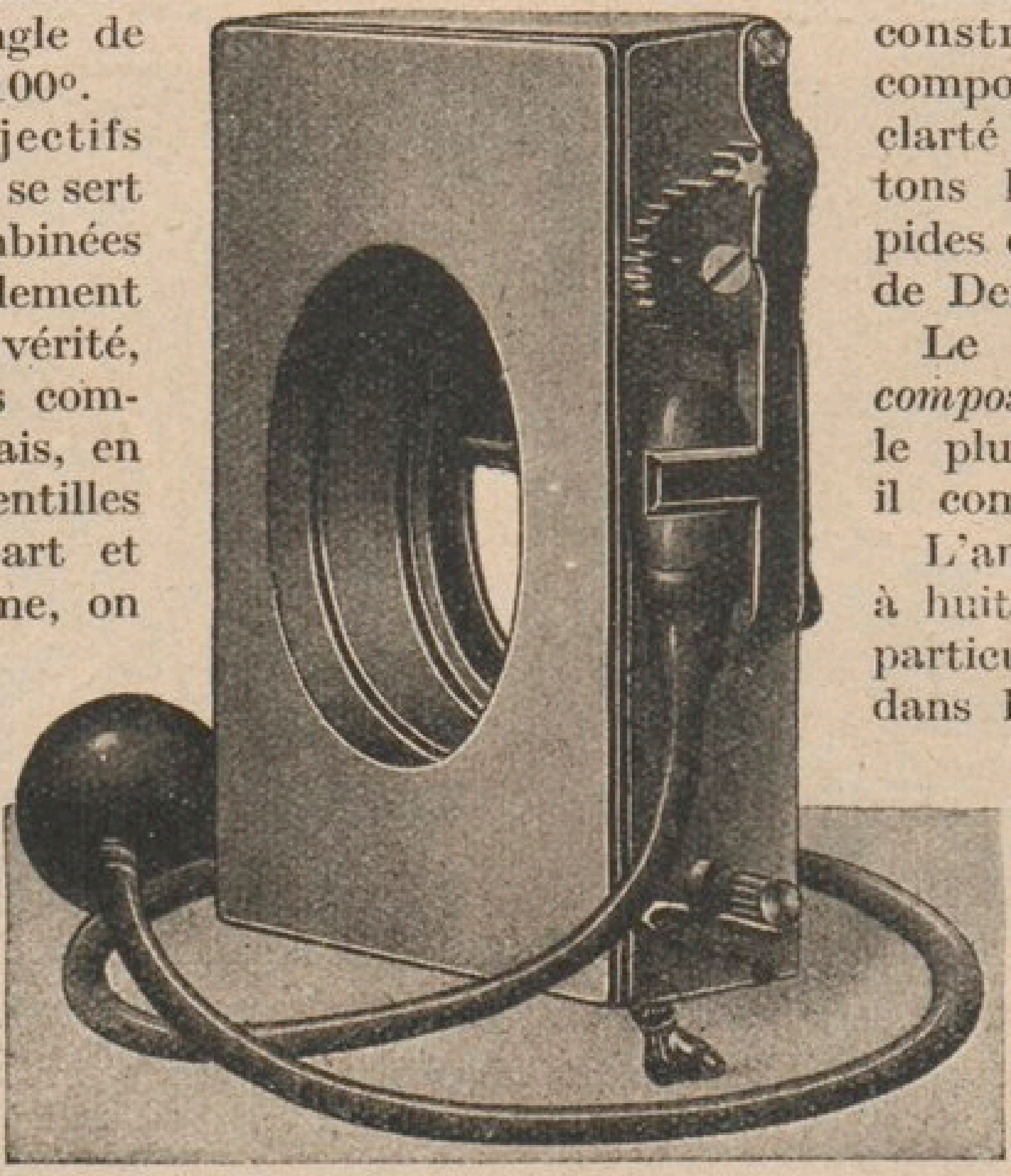
Citons, parmi les principaux : les *Eurygraphes anastigmatiques* de Lacour-Berthiot, dont l'angle de netteté est de 50 degrés.

Bien que la surface focale des *objectifs simples à trois verres* soit moins plane que dans les précédents, avec une moins bonne correction de l'astigmatisme, ces instruments sont néanmoins fort appréciés ; tels sont plus particulièrement, en France, l'objectif simple achromatique de Derogy et l'objectif pour vues de Degen.

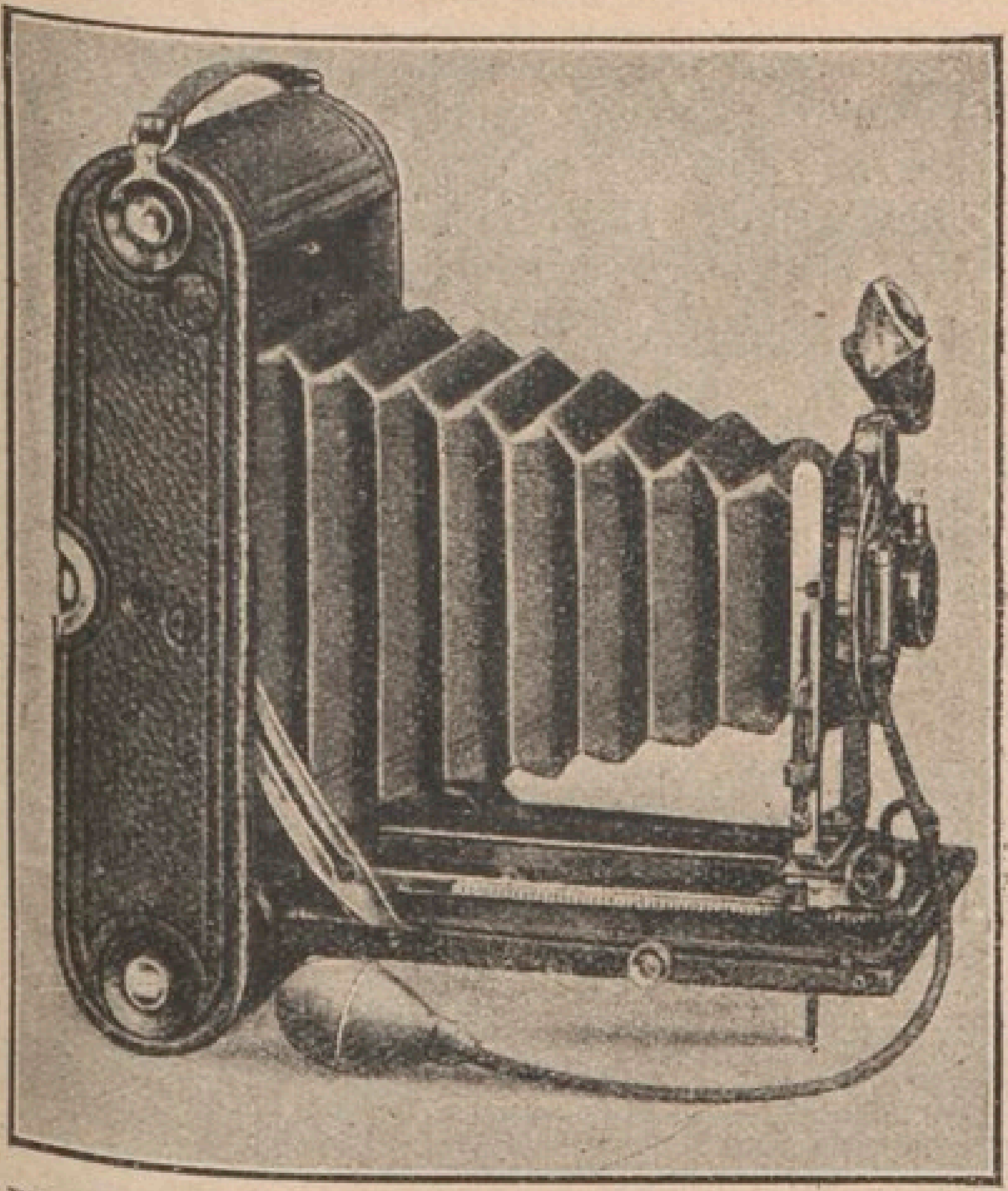
Presque tous les opticiens construisent des objectifs composés doués de grande clarté pour portraits. Citons les objectifs extra-rapides d'Hermagis, de Darlot, de Derogy et de Français.

Le groupe des *objectifs composés de type moyen* est le plus important de tous ; il comprend notamment :

L'anastigmat symétrique à huit verres de Français, particulièrement employé dans la méthode trichrome ; les eurygraphes de Lacour-Berthiot ; l'aplanastigmat d'Hermagis ; les anastigmats symétriques de Français ; les anastigmats de Clément & Gilmer et de Derogy $\frac{f}{7}$.



OBTURATEUR A RIDEAU TH. PICKARD



PETIT APPAREIL PLIANT, A MAIN, POUR PELLICULES ET PLAQUES

Sous un faible volume, on trouve réunis ici de nombreux éléments de réussite : soufflet relativement long, objectif stable, format suffisant (10 ½ × 16 ½), poids inférieur à deux kilos, obturateur automatique, crémaillère de mise au point, viseur clair et très facilement réversible, etc...

La plupart de ces objectifs, avec leurs plus grands diaphragmes, peuvent remplacer utilement un demi-grand angle ou même un grand angulaire.

Par les noms d'aplanats et de rectilinéaires, on désigne les objectifs symétriques à lentilles doubles, tels que l'*aplanat* de Steinheil et le *rectilinéaire rapide* de Dallmeyer, les *aplanats rapides* de Berthiot, les *hémisphériques rapides* Darlot, les *rectilinéaires rapides* de Degen, l'*aplanétique rapide* d'Hermagis, et d'autres que nous passons.

Parmi les *objectifs composés demi-grand angle* anastigmats, il faut citer plus particulièrement en France : le *planigraphe* de Darlot (à toute ouverture 65°, à ouverture réduite 85°). L'*anastigmat universel* de Zion (85°).

Parmi les rectilinéaires, mettons en première ligne le *rectilinéaire demi-grand angle* de Darlot (60°), qui est un appareil très précieux pour les photographes.

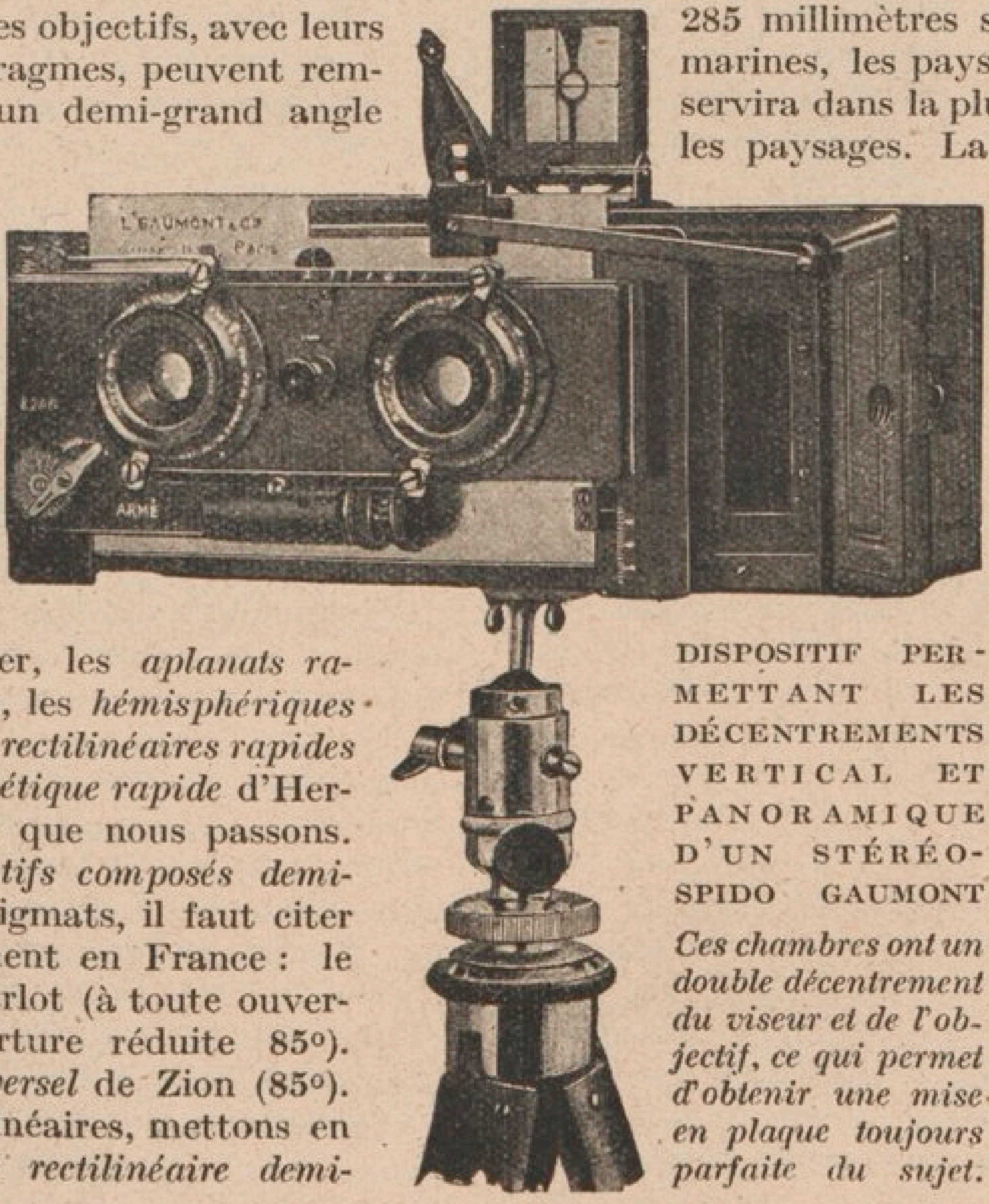
Citons également l'aplanétique rapide demi-grand angle d'Hermagis et l'instantané demi-grand angulaire de Jarret (60°).

Il existe de nombreux *objectifs composés grands angulaires*, notamment le périgraphe anastigmatique de Berthiot, donnant 105° avec petits diaphragmes; le rectilinéaire panoramique de Jarret, 85°; l'hémisphérique grand angle de Darlot; le rectilinéaire panoramique de Degen; le rectilinéaire grand angulaire de Derogy, tous trois avec 90°. Il y en a d'autres encore, tels que le panoramique Prasmowski, 95°, et le panoramique d'Hermagis, 100°.

A défaut d'une collection d'objectifs, on peut utiliser des trousses constituées par un assemblage de deux ou plusieurs lentilles bien corrigées d'aberrations et pouvant être employées seules. En les combinant deux à deux, trois à trois, on aura des doublets ou des triplets. Avec une trousse 13 × 18 renfermant trois lentilles simples de 350, 285 et 224 millimètres de diamètre, on obtient six distances focales disponibles et un angle de champ variant de 35° à 76°, ce qui est très précieux.

La lentille de 350 millimètres seule permet des photographies d'objets éloignés, de portraits en buste ou en groupes, celle de 285 millimètres s'emploie pour les marines, les paysages ; celle de 224 servira dans la plupart des cas pour les paysages. La combinaison 350 millimètres, 285 millimètres (foyer résultant 175) sera très utile pour les vues instantanées, les scènes de genre, les monuments.

Celle de 350-224, f = 156, permet d'aborder les vues panoramiques de paysages ou de montagnes; enfin, la combinaison 285-224, f = 143, assez fortement diaphragmée, se rapproche du grand angle et permet les photogra-



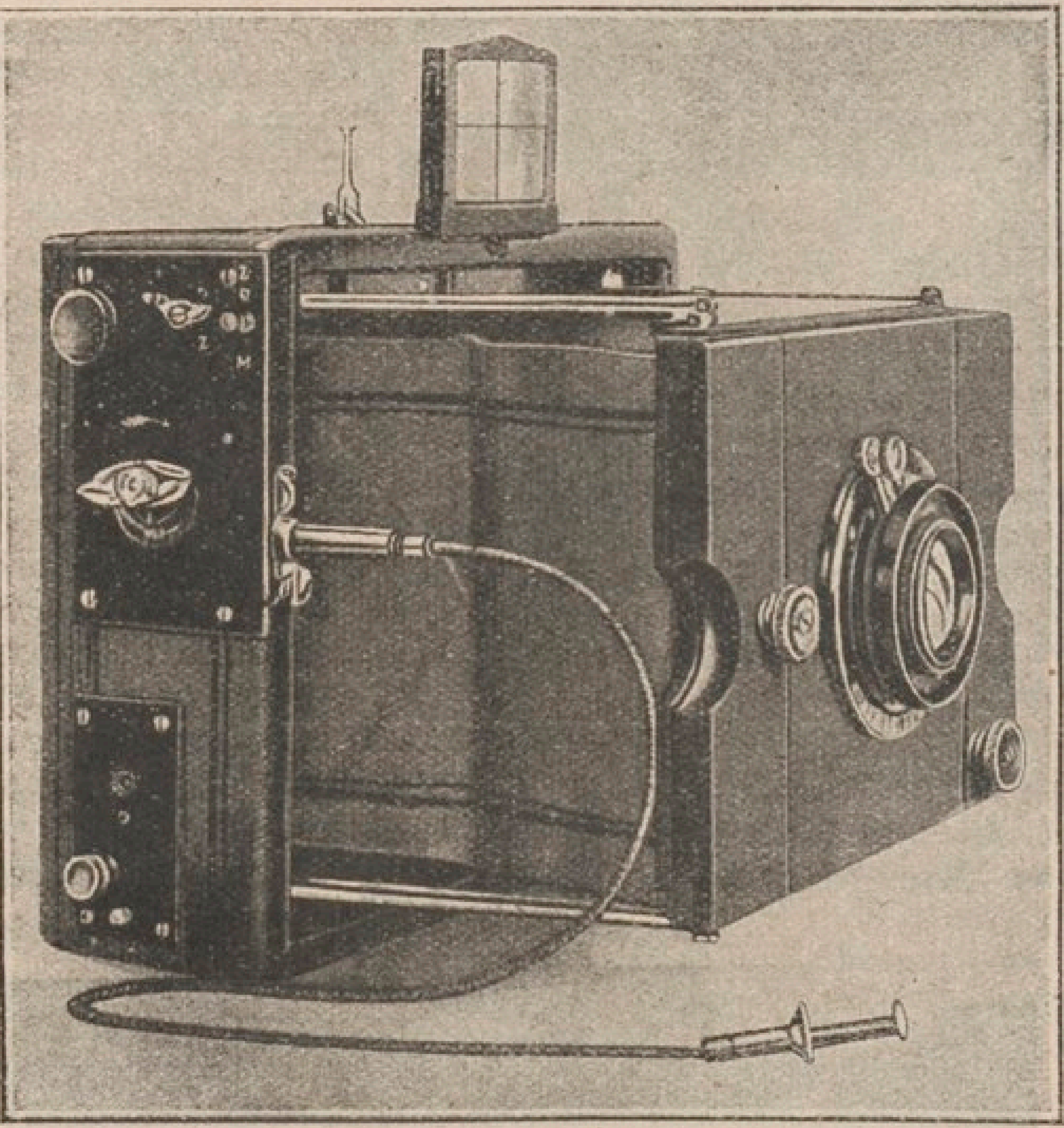
DISPOSITIF PERMETTANT LES DÉCENTREMENTS VERTICAL ET PANORAMIQUE D'UN STÉRÉO-SPIDO GAUMONT

Ces chambres ont un double décentrement du viseur et de l'objectif, ce qui permet d'obtenir une mise en plaque toujours parfaite du sujet.

phies d'intérieurs de monuments suffisamment rapprochés ainsi que les reproductions.

Lorsqu'on veut photographier à l'aide d'une chambre 13 × 18 un objet très éloigné, les détails en sont tellement réduits qu'ils sont presque invisibles ; dans ce cas, on a grand intérêt à employer les téléobjectifs, composés d'un objectif d'assez court foyer et d'un système divergent placé à l'avant, montés sur un même tube métallique. L'objectif convergent donnera d'un objet une image réelle renversée qui se formera, non plus sur le verre dépoli ou sur la plaque sensible, mais en avant d'une lentille divergente de distance focale convenable, laquelle transformera l'objet virtuel en une nouvelle image réelle et agrandie qui se formera sur le verre dépoli au moyen de la mise au point.

Si le tube qui porte les deux systèmes, objectif et verre divergent, est à crémaillère, on pourra obtenir une infinité de distances focales entre le foyer propre de l'objectif et l'infini.



CHAMBRE PORTATIVE AVEC OBTURATEUR DE PLAQUE

Pour reproduire un objet au moyen d'un téléobjectif à une grandeur déterminée, le tirage de la chambre sera toujours moindre qu'avec un objectif ordinaire, d'où son emploi très avantageux pour les reproductions à grande échelle de paysages ou d'architectures.

Une bonne chambre photographique doit être de bonne construction et tout à fait étanche à la lumière. Toutes les parties doivent être bien rigides et, enfin, une concordance parfaite doit exister entre les positions du verre dépoli et de la plaque sensible.

Les appareils bon marché, dits *Détectives*, sont fréquemment employés par les débutants à cause de la simplicité de leur fonctionnement. Ils comprennent une boîte rectangulaire dont l'avant porte l'objectif et dont l'arrière est monté à charnières pour permettre l'entrée et la sortie des plaques, car ils servent à la prise des photographies instantanées. Toutefois leur encombrement est considérable à cause du système d'escamotage qui occasionne parfois des ennuis : on ne peut employer de verre dépoli pour la mise au point qui, par suite, est souvent défectueuse ; aussi ce genre d'anciens appareils est-il aujourd'hui de plus en plus délaissé.

Les *jumelles* sont les plus répandus des appareils photographiques. Etant surtout destinées à la prise d'instantanés, elles doivent être prêtes à opérer à tout instant et prendre le minimum de temps pour la mise en batterie.

Les jumelles sont formées d'une boîte tronconique rigide (bois ou métal) portant à l'avant l'objectif ; à l'arrière peut coulisser, soit un verre dépoli, soit un châssis-magasin, soit encore un châssis double simple. Les jumelles se décentrent très facilement dans les deux sens et un œilleton fixé sur la planchette porte-objectif permet d'apprécier avec précision ce décentrement ; enfin, la mise au point peut être fixe ou variable.

Les *appareils pliants*, qui réalisent le minimum d'encombrement, sont formés de deux parties rigides : planchette-porte objectif à l'avant, cadre-porte châssis à l'arrière, reliés par un soufflet étanche à la lumière. Le succès de ces appareils s'est affirmé dès leur apparition ; il tient à ce qu'ils sont munis d'une foule d'accessoires utiles tels que : viseurs, niveaux, double décentrement, mise au point variable, châssis à pellicules.

Nous pourrions parler longuement des obturateurs, mais, notre sujet étant limité, il est nécessaire que nous nous arrêtions là.

DOMINIQUE GRASSET.

LES PERFECTIONNEMENTS RÉCENTS DES MOTEURS DIESEL

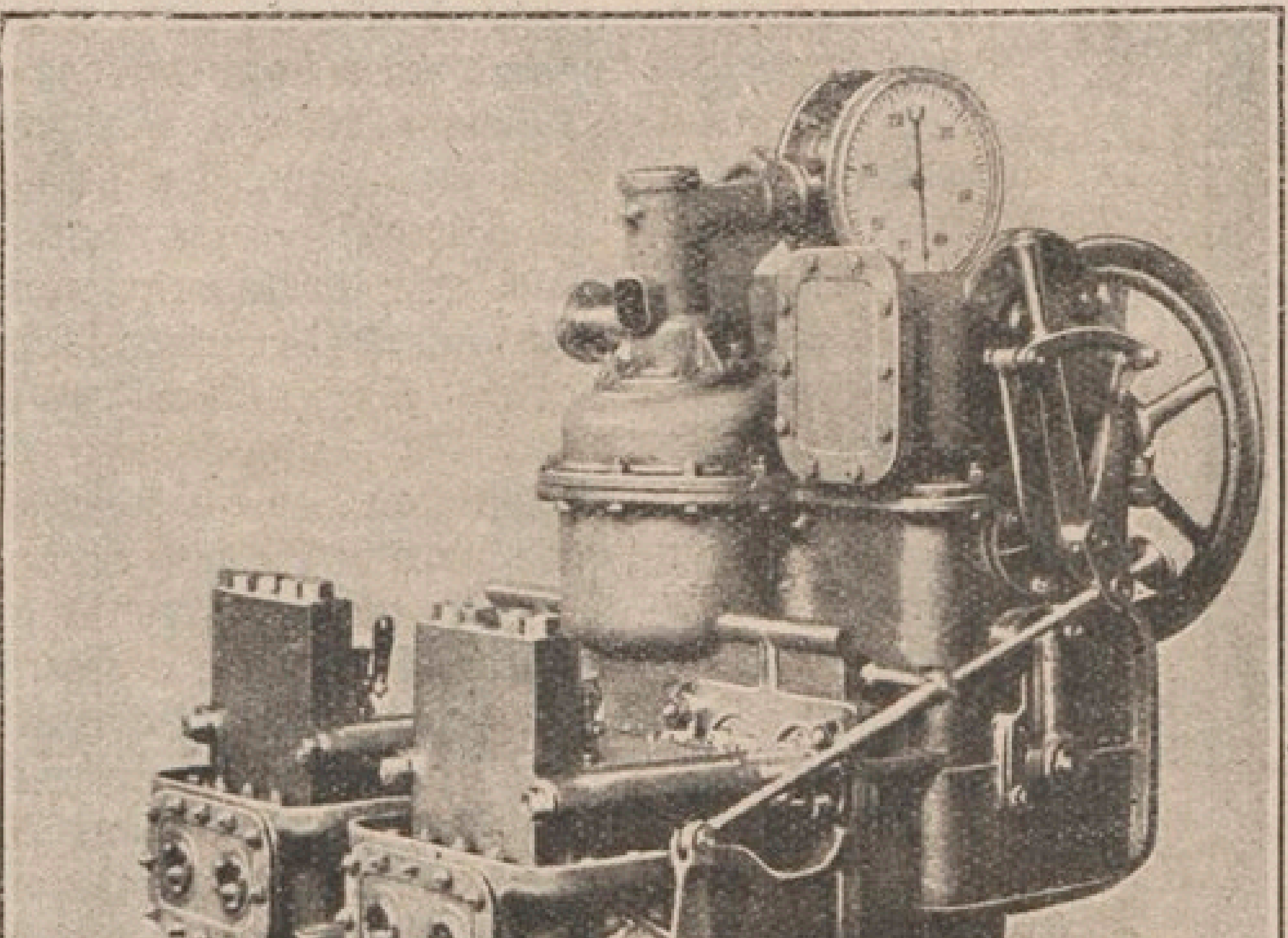
Par Just BÉGIN

La guerre sous-marine a fait faire de sérieux progrès au moteur Diesel, auquel *La Science et la Vie* a consacré autrefois un premier article (nº 9, page 325).

Un certain nombre de maisons ont construit depuis une dizaine d'années chacune plus de 450 moteurs développant au total 110.000 chevaux avec 1.100 cylindres. Le diamètre des cylindres varie de 200 à 620 millimètres ; la plupart des moteurs ont cependant des cylindres de ce dernier diamètre.

Tous les moteurs subissent des essais de recette dans un local spécial, et, en particulier, les moteurs pour submersibles sont soumis à des épreuves qui correspondent à une marche ininterrompue d'environ cent quarante-quatre heures consécutives sous leur charge normale.

L'exécution des cylindres de grand diamètre constitue la véritable difficulté dans la construction des moteurs Diesel. On construit principalement des moteurs à quatre temps, mais certaines firmes ont livré quelques exemplaires de moteurs à deux temps, les uns et les autres fixes ou du type marine.



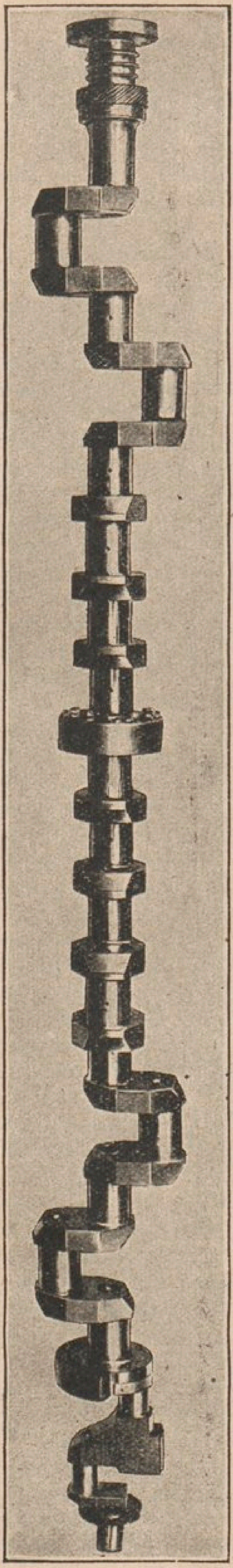
POMPE A COMBUSTIBLE D'UN MOTEUR DIESEL

Ce groupe représente l'appareil de pompage de l'huile lourde nécessaire pour l'alimentation d'un moteur de 1.500 chevaux, à quatre temps, pour submersible.

Les comparaisons pratiques ont, en général, démontré que les modèles à quatre temps sont beaucoup plus avantageux que les moteurs à deux temps construits jusqu'ici.

Quelques partisans du moteur à deux emps objectent que ce dernier est plus léger et moins encombrant ; mais, si le moteur à quatre temps est un peu plus long, il est, en revanche, beaucoup plus étroit, tandis que le poids par cheval relativement à la puissance continue développée est pratiquement le même dans les deux cas. Le type à quatre temps est, certes, beaucoup plus simple, étant donné qu'il n'a ni pompes, ni collecteurs de balayage. Sa marche est silencieuse et il fonctionne également bien soit au nombre normal de tours soit à une vitesse correspondant au quart ou au sixième de ce nombre de tours, ce qui est utile pour les surprises et pour les croisières.

Dans le moteur à quatre temps, la quantité de combustible brûlée par unité de surface de la chambre de combustion est à peine supérieure à la moitié de celle que l'on brûle



ARBRE PRINCIPAL (8 M. 75 DE LONG) D'UN MOTEUR DIESEL DE SUBMERSIBLE A HUIT CYLINDRES, A QUATRE TEMPS

dans le moteur à deux temps, et, par conséquent, les températures atteintes par les parois sont toujours beaucoup moins élevées.

Il réalise donc une très forte économie d'huile combustible et de matière lubrifiante variant de 10 à 40 %.

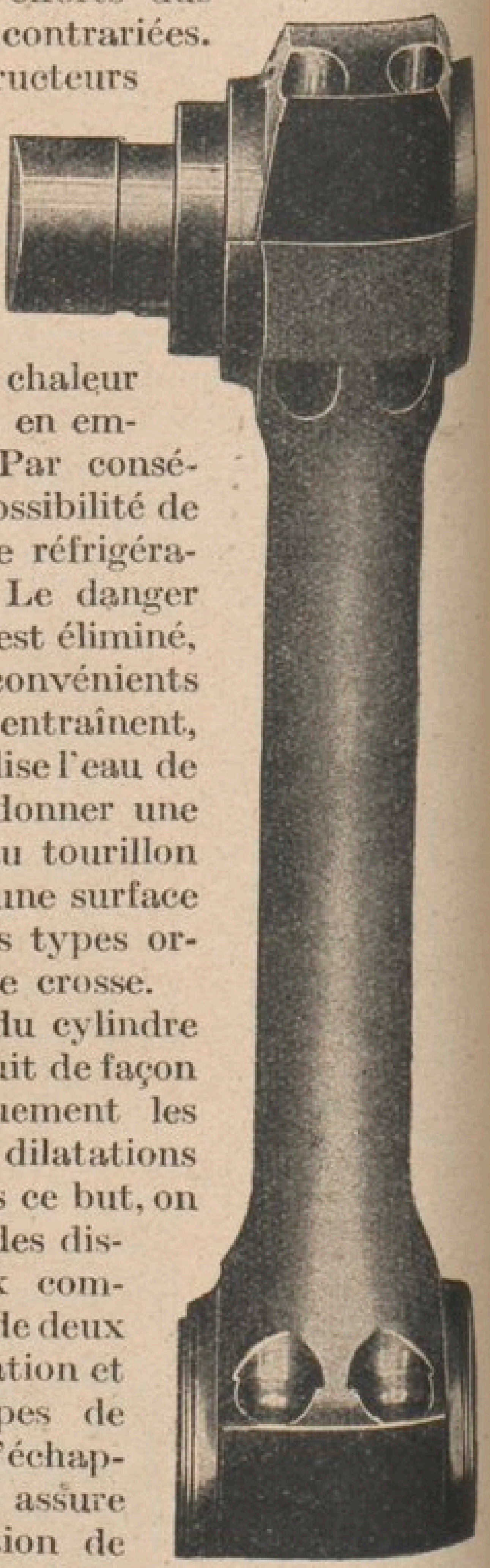
Les moteurs Diesel, type léger, pour submersibles, développent des puissances variant entre 400 et 3.000 chevaux effectifs, à 450 et 215 tours, avec six et huit cylindres. Leur mise en marche est électrique.

En général, les caractéristiques des moteurs Diesel pour submersibles peuvent être les suivantes :

Pour les appareils de petite puissance ou de puissance moyenne, étant donné le manque d'espace, on adopte le type à piston plongeur, tandis que pour les moteurs de grande puissance, le type à tête de crosse est très souvent préféré.

Les chemises-enveloppes des cylindres sont rapportées ; leur changement est, de la sorte, rendu plus facile, bien qu'elles aient, en général, une longue durée, à cause de la dureté de leur surface. Ces chemises, qui sont souvent munies d'un dispositif de refroidissement, peuvent être, en outre, à expansion libre dans le sens axial, afin d'éviter les efforts dus aux dilatations contrariées.

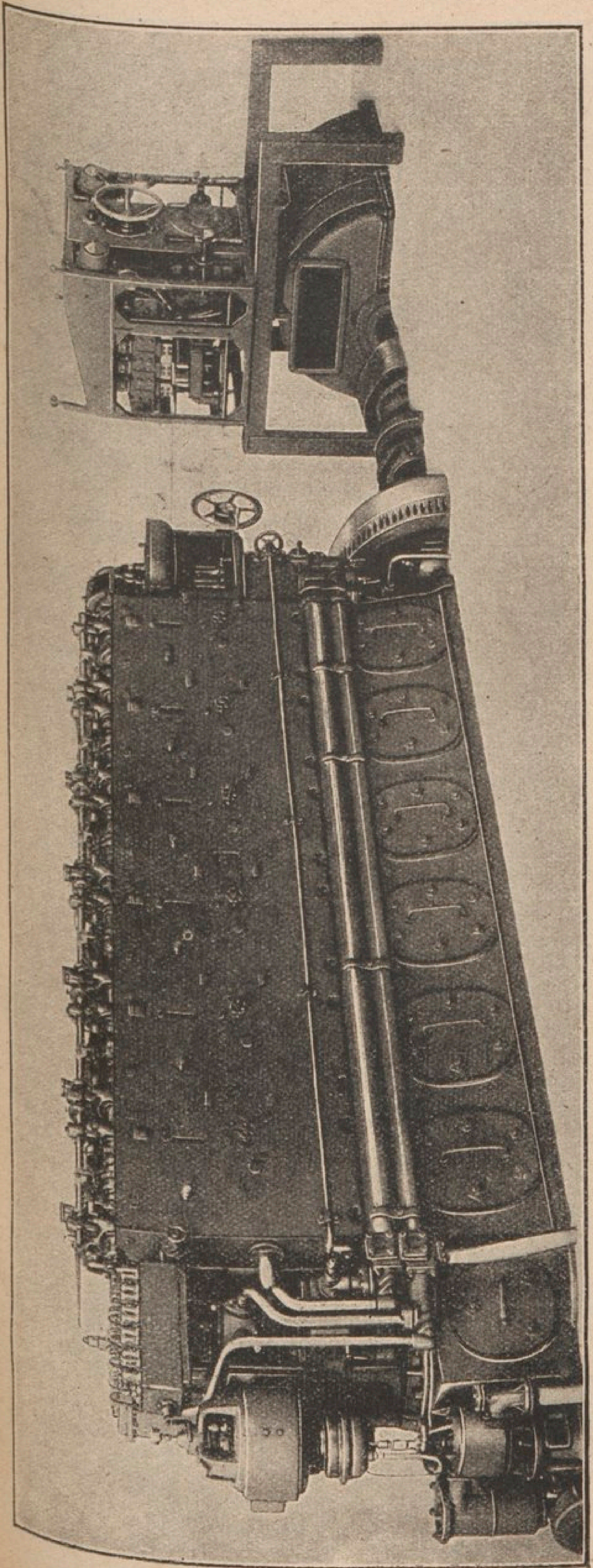
Certains constructeurs se servent de l'huile pour le refroidissement, et extraient ainsi des pistons la même quantité de chaleur que l'on obtient en employant l'eau. Par conséquent, on a la possibilité de réaliser ainsi une réfrigération énergique. Le danger des fuites d'eau est éliminé, ainsi que les inconvénients que ces fuites entraînent, surtout si on utilise l'eau de mer. On peut donner une grande surface au tourillon du piston qui a une surface égale à celle des types ordinaires à tête de crosse.



BIELLE D'UN MOTEUR DIESEL DE 1.500 CHEVAUX
4 temps, 8 cylindres.

Le couvercle du cylindre peut être construit de façon à éviter pratiquement les efforts dus aux dilatations contrariées. Dans ce but, on a fait breveter des dispositifs spéciaux comportant l'emploi de deux soupapes d'aspiration et de deux soupapes de décharge ou d'échappement, ce qui assure une grande section de passage, d'où un bon remplissage de l'air d'aspiration et une évacuation rapide des produits de la combustion. Les soupapes ont ainsi des dimensions relativement petites, et ne sont pas sujettes à se déformer. En outre, étant donné leur construction rationnelle et la bonne combustion que l'on obtient avec ces moteurs, le rodage des soupapes ne se fait qu'à quelques mois d'intervalle. Dans certains moteurs de grande puissance, les soupapes d'échappement sont également refroidies au moyen d'un dispositif très simple.

Puisque à bord des submersibles il existe souvent un appareil moteur électrique com-



PETIT MOTEUR A HUILE LOURDE, TYPE DIESEL, POUR SOUS-MARIN D'UNE PUISSANCE DE 400 CHEVAUX

On voit, à droite, l'installation des appareils de mise en marche et, à gauche, la pompe d'alimentation en combustible.

plet pour la propulsion sous-marine, on peut s'en servir pour la mise en marche du Diesel. On obtient ainsi une simplicité de construction très appréciée dans les salles de machines des submersibles, généralement si peu spacieuses, même aujourd'hui.

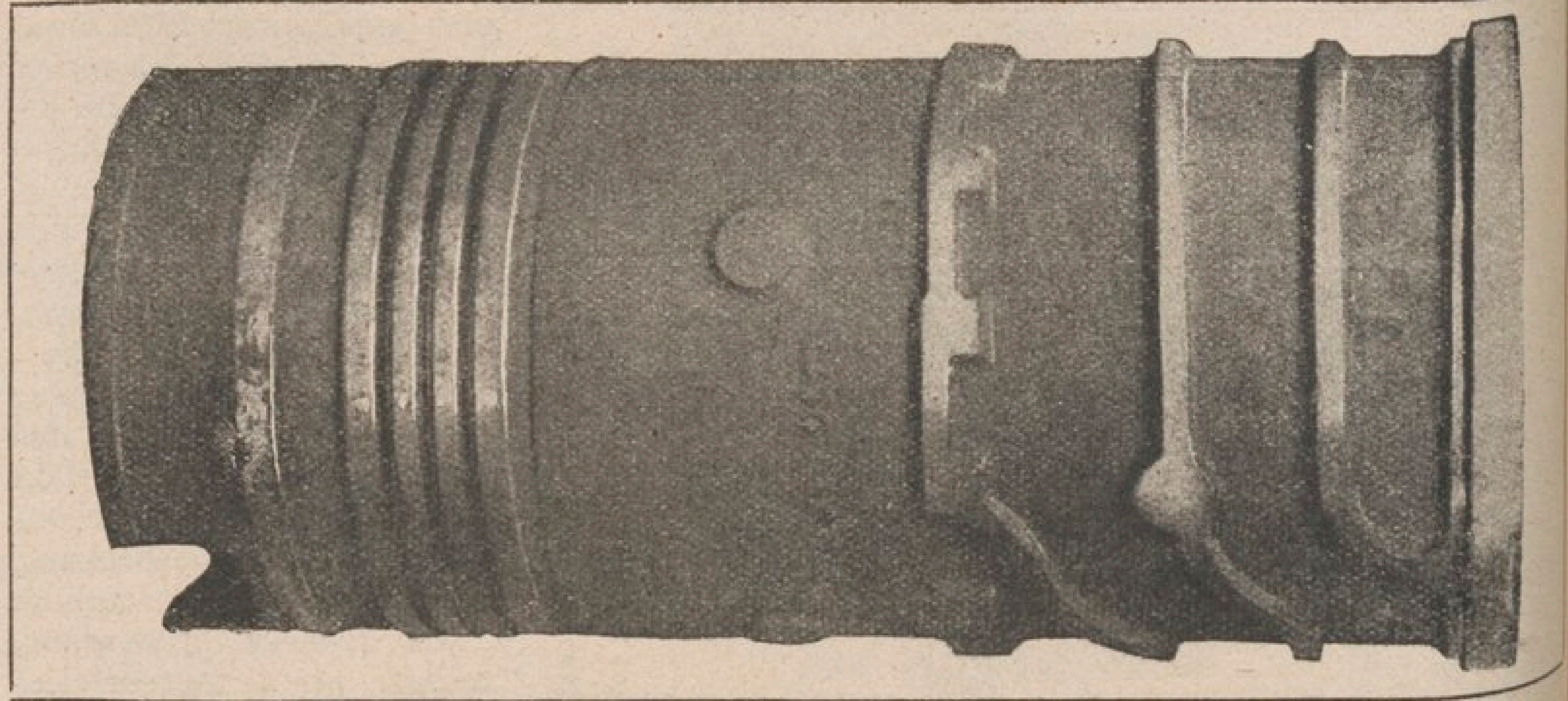
L'inversion de marche se fait aussi au moyen des moteurs électriques, et l'on prévoit à cet effet des accouplements à friction spéciaux, à débrayage très rapide.

La dépense de courant, requise par le moteur électrique du bord pour la mise en marche du moteur Diesel, étant environ la moitié de la dépense normale, et la mise en marche s'exécutant en peu de secondes, les accumulateurs, même s'ils sont à très basse tension, sont à même de fournir le courant nécessaire. On peut cependant mettre le groupe Diesel en marche avec un très petit moteur rapide à air comprimé.

Les moteurs Diesel destinés à la marine marchande, type lourd, ont une puissance de 100 à 1.500 chevaux effectifs. Leur vitesse varie de 215 à 125 tours, et le nombre des cylindres, de trois à huit. Les moteurs sont directement réversibles et la mise en marche peut avoir lieu électriquement.

Ces moteurs possèdent pour la plupart les caractéristiques indiquées ci-dessus.

Etant donné que l'on dispose d'un espace suffisant, on adopte le type à tête de crosse. On sépare ainsi complètement la chambre des manivelles de celle des pistons, ce qui diminue par conséquent la consommation d'huile lubrifiante. De plus, si des gaz s'échappent de la chambre de combustion, ils peuvent pénétrer facilement dans la chambre des manivelles.



CHEMISE DE CYLINDRE DE MOTEUR RÉSISTANT AUX TEMPÉRATURES LES PLUS ÉLEVÉES

Les cylindres sont reliés entre eux de façon à former un ensemble très rigide, ce qui permet de constituer ainsi une chambre pour l'aspiration de l'air et de rendre la marche extrêmement silencieuse.

D'ailleurs, le diamètre de la tête de crosse est tel que toutes les pièces peuvent être facilement retirées par en haut, ce qui évite le démontage des bielles par en dessous, si peu commode, surtout dans les moteurs de grande puissance. Le carter de la distribution est situé à côté des cylindres moteurs, et toutes ses parties sont lubrifiées au moyen d'huile sous pression. Les soupapes sont commandées par bielles. Quand on enlève les axes des bielles, le démontage des couvercles des cylindres peut être opéré très rapidement. Ainsi, la distribution entière revient exactement à sa position primitive quand on effectue le remontage.

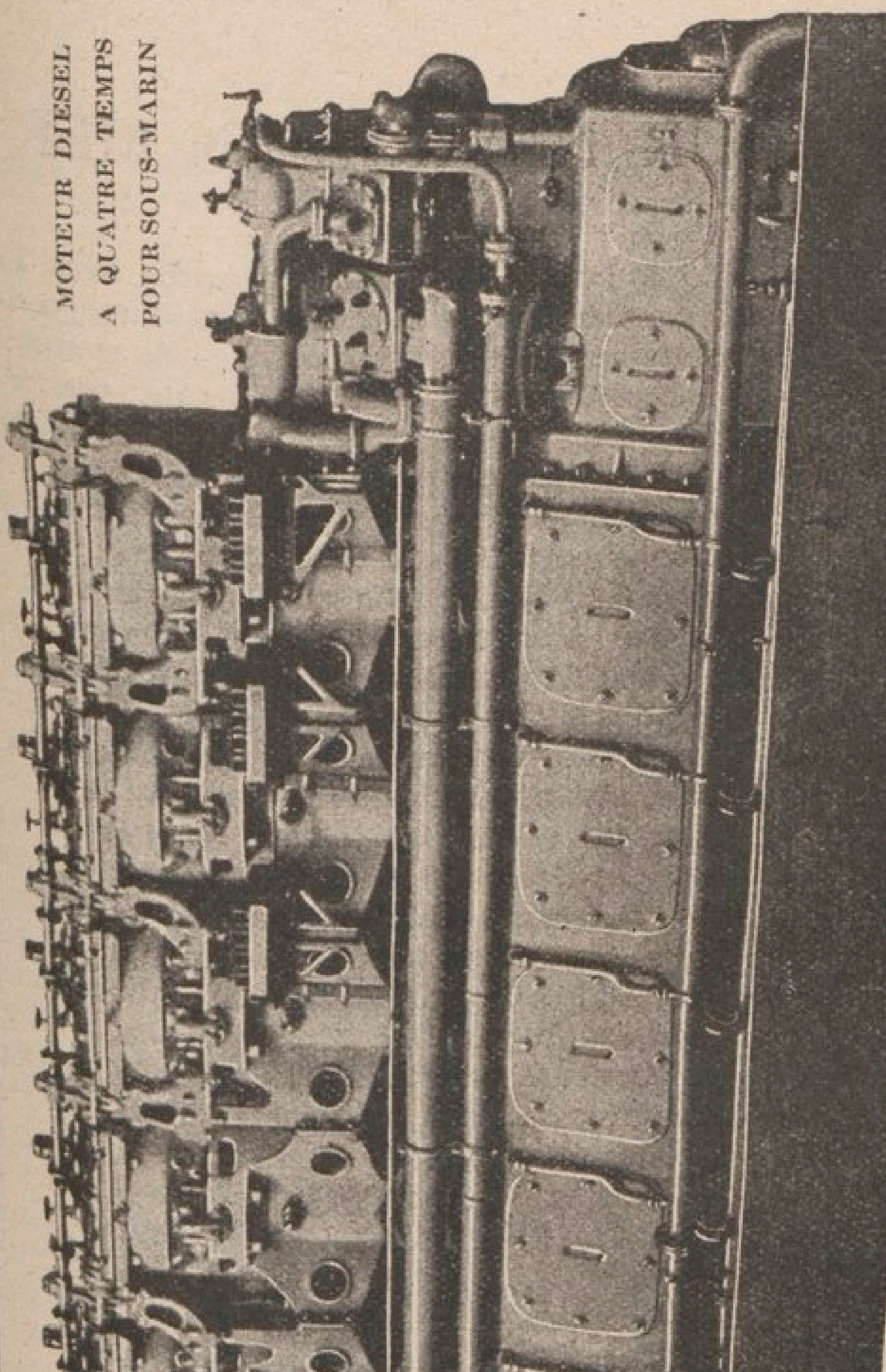
Dans les moteurs marins, on n'a pas toujours recours au système ordinaire de mise en marche par l'air comprimé, consistant à envoyer de l'air dans le couvercle des cylindres moteurs. Ce système a l'inconvénient de compliquer la distribution et de diminuer la durée des couvercles des cylindres ainsi que celle de la culasse du piston. En effet, l'air de mise en marche provoque un refroidissement violent quand il se dilate dans les parties métalliques de la chambre de combustion.

SOUPAPE DE DÉCHARGE DES CYLINDRES D'UN MOTEUR DIESEL-TOSI

On adopte donc souvent un simple groupe de mise en marche à air comprimé à deux cylindres, combiné avec le compresseur, et permettant la mise en marche dans toutes les circonstances, d'un moteur de marine quelconque à quatre temps et à trois cylindres.

Pendant la marche, un de ces cylindres constitue le cylindre à basse pression du compresseur, tandis que l'autre fournit de l'air comprimé à trois ou quatre atmosphères au servo-moteur du gouvernail. En général, les navires auxquels on applique des moteurs Diesel n'ont point de services auxiliaires à alimenter pendant la navigation, en dehors du gouvernail, surtout s'il s'agit de bâtiments de faible tonnage. On peut donc actionner automatiquement le moteur au moyen de l'air, sans avoir recours à la vapeur produite par une petite chaudière auxiliaire, qui consommerait certes beaucoup de combustible.

La distribution est effectuée au moyen d'une double came



MOTEUR DIESEL A QUATRE TEMPS POUR SOUS-MARIN

8 CYLINDRES, 1.500 CHEVAUX

Ce groupe moteur a été construit pendant la guerre par la maison Franco Tosi, de Legnano (Italie), pour un submersible de la marine italienne. Aux essais, la puissance développée a atteint 1.485 chevaux pendant une heure.

Le mécanicien peut faire simultanément, dès que besoin en est et à l'aide d'un seul volant à main, toutes les manœuvres de marche en avant et en arrière.

On a obtenu les résultats suivants, au cours d'essais de cent quarante-cinq heures effectués sur des moteurs à quatre temps à huit cylindres, de 1.300-1.500 chevaux destinés à des sous-marins étrangers.

Pendant l'épreuve, à pleine charge, le moteur, développant 1.300 chevaux, tournait à 300 tours et brûlait 175 grammes d'huile combustible par cheval-heure effectif développé.

La consommation a atteint 182 grammes pendant un essai de quatre-vingt-treize heures à 950 chevaux (trois quarts de charge, 260 tours) et 195 grammes lors d'un essai de douze heures à 650 chevaux (demi-charge, 240 tours). Le même moteur a pu être poussé jusqu'à 1.485 chevaux pendant une heure et même jusqu'à 1.585 chevaux seulement pendant quelques minutes.

Ajoutons que dans ces dernières années, on a donné un grand développement non seulement à la construction des moteurs Diesel ordinaires à quatre ou à deux temps mais aussi à celle des moteurs dits semi-Diesel, dont nous aurons ultérieurement l'occasion de décrire le fonctionnement complet.

Depuis que les brevets Diesel sont tombés dans le domaine public, le nombre des ateliers qui s'occupent de la construction de ce genre de moteurs a beaucoup augmenté dans tous les pays de l'Europe. En Angleterre et dans les pays scandinaves, on en a fait des applications aux bateaux de pêche.

Just Bégin.

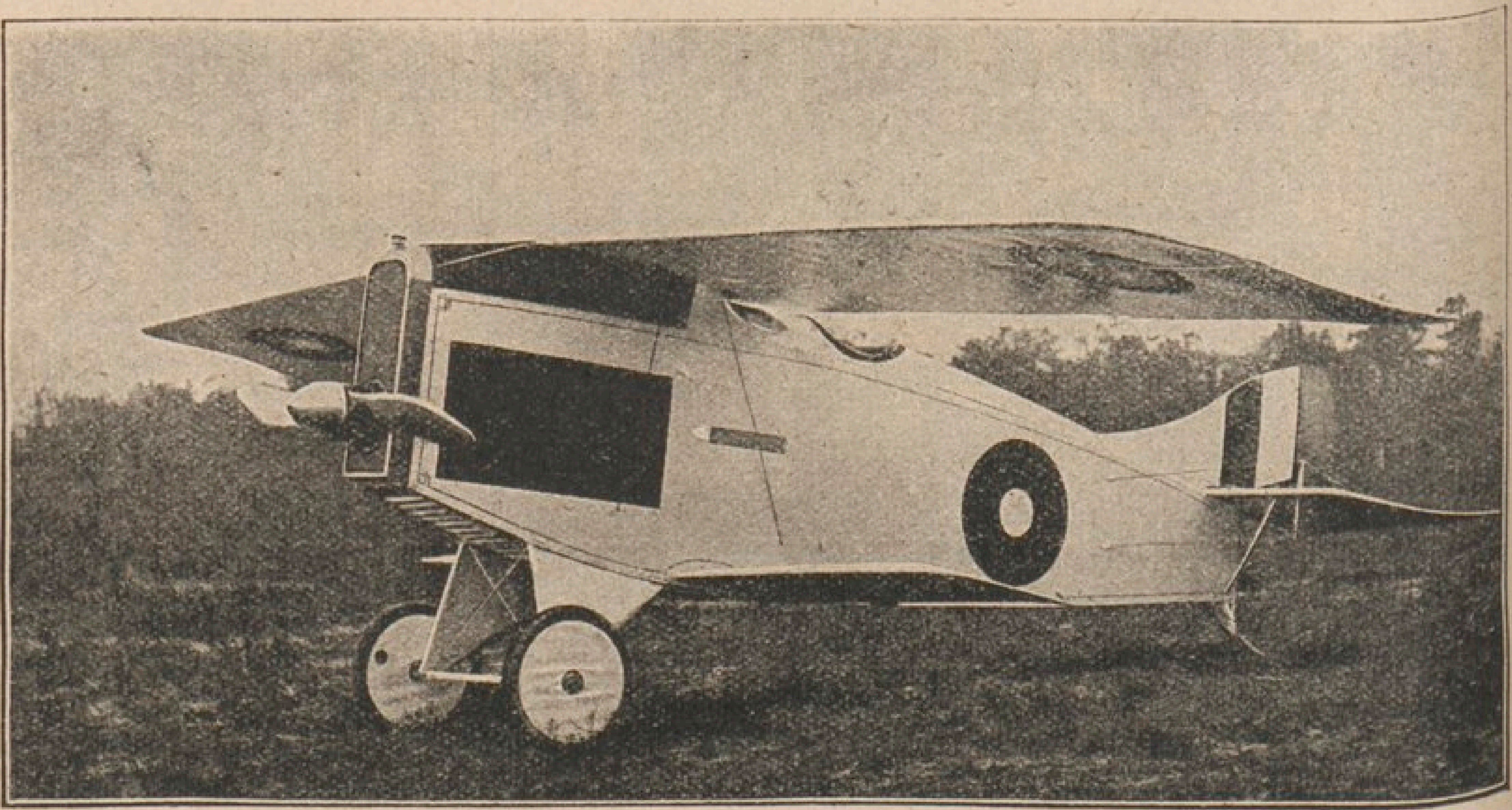
AVIONS FACTEURS POUR NAVIRES EN MER

Maintenant que l'aéroplane est *démobilisé*, ou à peu près, on lui trouve tous les jours quelque nouvelle occupation. C'est ainsi que la *Kerr Steamship Company*, une compagnie américaine de navigation, vient d'adopter l'avion pour assurer la délivrance des courriers postaux, journaux et autres documents aux navires en mer qui ont appareillé depuis peu où arrivent à proximité de la côte. Ce service aérien d'information abrégera le temps pendant lequel les passagers demeurent isolés du reste du monde et procurera à ces derniers une distraction qui ne manquera pas d'intérêt, surtout à l'approche de la terre, après de longues traversées. L'oiseau mécanique pourra, grâce à sa vitesse, assurer son service pendant une période de temps qui variera de vingt-quatre à trente-six heures, à partir du moment où le navire aura quitté le port ou de ce même nombre d'heures avant son arrivée, si le navire a pu signaler son approche et son point par T.S.F. D'autre part, lorsqu'au moment de l'appareillage, les papiers du bâtiment ne seront pas encore parvenus à bord, mais qu'on aura l'assurance qu'ils ne tarderont pas à arriver, le navire prendra la mer, et un avion le rejoindra quelques heures après avec les documents, d'où la suppression d'une perte de temps qui ne se produit que trop souvent.

Courriers, journaux, etc... seront enfermés dans des sacs que les pilotes — choisis parmi d'anciens bombardiers, — laisseront tomber sur le pont des navires. Ces sacs seront en tissu imperméable et devront pouvoir flotter avec leur charge afin que, s'ils viennent à tomber à la mer, on puisse les repêcher.

Cette éventualité n'est pas autant à craindre que certains seraient tentés de le penser, car l'aéroplane pourra, pour le lâcher des sacs, descendre aussi bas qu'il le voudra ; d'autre part, les pilotes qui seront chargés de ce service spécial ont effectué pendant la guerre des opérations bien autrement délicates.

Le type d'appareil choisi par la Kerr Steamship Company est un biplan très léger à *ailes flexibles, sans haubans ni étais*. La structure interne des ailes est elle-même exempte de tout fil rigide. L'apparence dégagée et ramassée de l'appareil, autant que ses lignes, l'ont fait baptiser « Bullet » (boulet ou balle). Cet appareil, dont les plans ont été établis par le Dr W. Christmas, figurait à l'Exposition d'aéronautique qui s'est tenue à New-York il y a quelques mois.



CE BIPLAN, SANS HAUBANS NI ÉTAIS, EST LE TYPE D'AVION ADOPTÉ PAR UNE COMPAGNIE AMÉRICAINE POUR SERVIR DE FACTEUR AUX NAVIRES QUI NE SONT PAS TROP LOIN EN MER

LES RADIOTÉLÉGRAMMES PEUVENT ALLUMER DES INCENDIES

Par Edmond CUVELLY

Dans certains cas, les radiotélégrammes provoquent des incendies à distance. Voilà le fait que de très intéressantes expériences de M. George A. Leroy viennent de confirmer récemment. Ce chimiste, chargé de plusieurs expertises judiciaires, dans lesquelles on ne pouvait attribuer à d'autres causes qu'aux ondes hertziennes les sinistres constatés, résolut d'éclaircir la question dans son laboratoire municipal de Rouen. Il décela ces méfaits télésanfilistes au moyen d'un appareil qu'il a baptisé du nom de *résonateur-inflammateur* et qu'une de nos photographies représente (fig. 1).

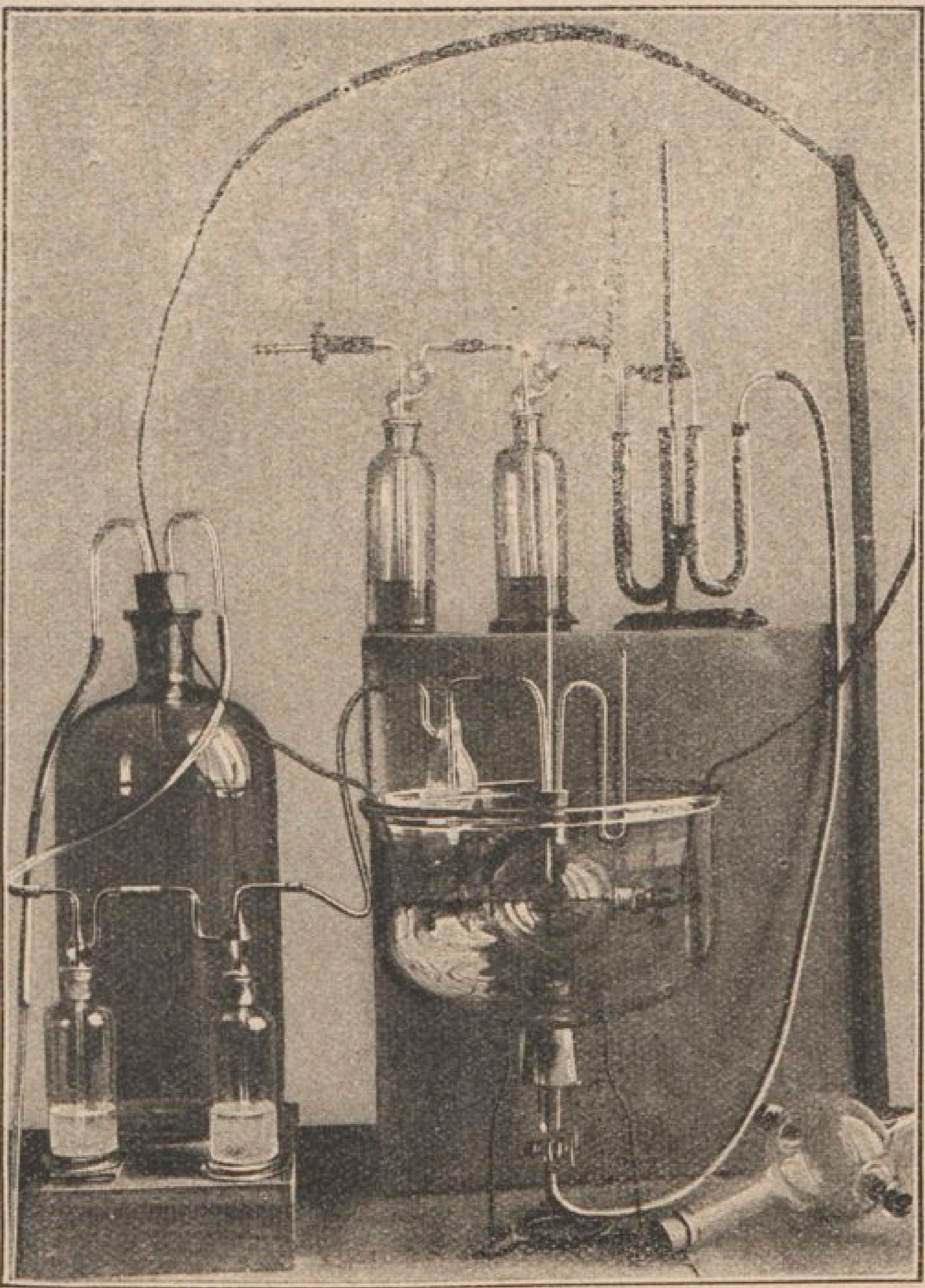


FIG. 1. — RÉSONATEUR-INFLAMMATEUR AVEC SES DISPOSITIFS D'ÉPURATION

Les tubes aspirateurs, les flacons laveurs et dessiccateurs, qui entourent le résonateur-inflammateur, servent à aspirer l'air et à le purifier.

Ce dispositif expérimental (voir la figure 2) comprend un ballon en verre $G^1 H G^2$ percé de quatre ouvertures en croix. A travers les deux orifices latéraux passent deux électrodes *I* en laiton, filetées micrométriquement et qui se vissent sur des écrous mastiqués dans les tubulures elles-mêmes *B B*. Ces électrodes sont forées à leur extrémité interne de manière à y recevoir des sous-électrodes de formes variées en platine, cuivre, fer, fonte ou charbon, tandis que leur autre côté se fixe au moyen d'une pince à un cercle métallique *A* en cuivre ou en fer mesurant de 0 m. 50 à 1 mètre environ de diamètre. En somme, M. Leroy a établi ce système de façon à le faire fonctionner comme un résonateur classique de Hertz, mais l'étincelle induite éclate en vase clos, au contact des diverses matières inflammables qu'il y soumet à l' « expérimentation ». La tubulure supérieure du récipient est obturée par un bouchon que traversent un manomètre *E*, un thermomètre C^2 et un tube abducteur pourvu d'un robinet *D*. De son côté, la tubulure inférieure livre passage, à travers un presse-étoupe, à une tige surmontée d'un plateau en mica *JJ*, supportant les substances inflammables et un tube abducteur en verre, muni d'un petit robinet *K*, se raccorde avec ladite tubulure.

On entoure le ballon d'un bain d'huile de vaseline renfermé lui-même dans une cuve-cloche renversée *F*. Le chauffage s'opère électriquement à l'aide de lampes électriques à incandescence *L L* dont on a cassé la pointe sous l'huile. De la sorte, le vide interne provoque l'aspiration de cette dernière, et les courants liquides qui se produisent, lors des chauffages, permettent de varier à volonté les températures d'expérience. Quand celles-ci doivent dépasser 50°, on remplace la cloche en verre, qui est par trop fragile, par un récipient métallique de zinc ou de laiton.

D'autre part, le tube abducteur communique avec l'air ambiant qu'un aspirateur relie au tube introduit dans le ballon. Enfin, comme le savant chimiste rouennais se proposait d'étudier les phénomènes d'oxydation lente ou de combustion latente que peuvent éprouver certaines substances, il les évalua d'après les quantités d'acide carbonique dégagées. Il lui fallut donc purifier l'air, et il adjoignit pour cela au dispositif expérimental ci-dessus décrit des tubes renfermant de la potasse ou de la chaux sodée et de l'acide sulfurique ou du chlorure de calcium, afin d'enlever préalablement à l'air les traces d'acide carbonique qu'il renfermait (fig. 1); puis il aspira le courant gazeux, à sa sortie du ballon, au travers de plusieurs autres flacons laveurs renfermant de l'eau de baryte, la quantité de carbonate de baryum formé lui permettant d'apprécier l'intensité de la combustion lente.

Une fois ce résonateur-inflammateur réalisé, M. Leroy l'influença par de faibles ondes hertziennes qu'il produisait avec une bobine Ruhmkorff à isolant semi-liquide injecté sous le vide. Ce transformateur recevait au primaire une intensité maxima d'une vingtaine d'ampères et donnait aux bornes du secondaire une étincelle de 0 m. 45 à 0 m. 50 de longueur ; il l'actionnait par le courant continu du secteur urbain qu'une turbine à mercure interrompait. Comme condensateur du circuit oscillant, il utilisait des « carreaux fulminants » formés de simples feuilles de verre à vitres garnies de papier d'étain, suspendus verticalement au moyen de cordons vernis et présentant une quadruple armature de 1 m. × 0 m. 50 de surface. Un gros fil métallique étalé en une double spire de 0 m. 50 de diamètre constituait l'antenne d'émission, ainsi que le représente la photographie de la page suivante.

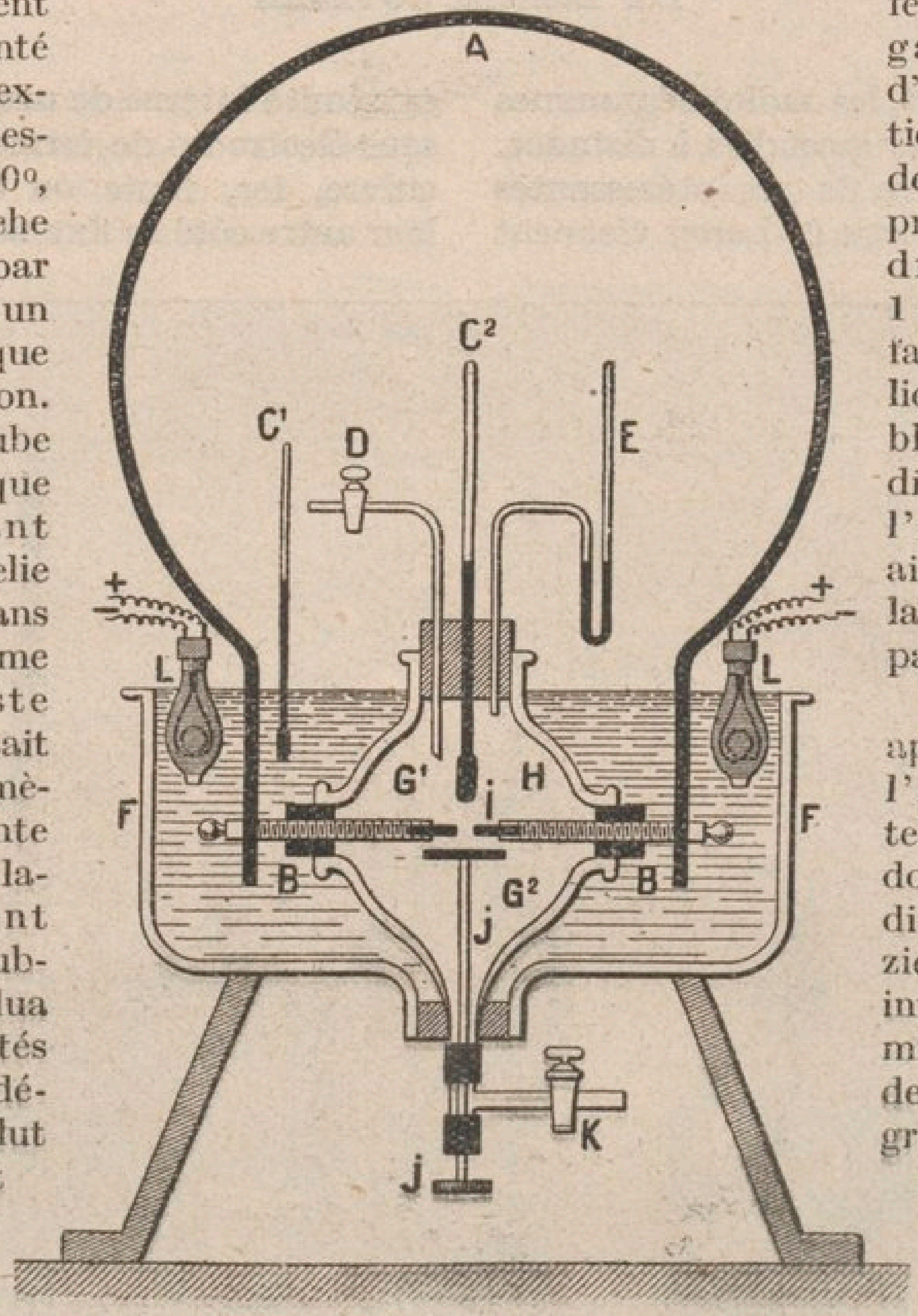


FIG. 2. — SCHÉMA DU RÉSONATEUR-INFLAMMATEUR

A, *cercle métallique ;* B B, *tubulures latérales ;* C¹ C², *thermomètres ;* D, *robinet de l'aspirateur ;* E, *manomètre ;* F, *cloche à douille ;* G¹ H G², *ballon en verre ;* I, *électrode ;* J J, *tige du plateau supportant les matières inflammables ;* K, *robinet du tube abducteur ;* L L, *lampes électriques servant au chauffage du bain d'huile de vaseline.*

Ces rudimentaires appareils permirent à l'habile expérimentateur de mettre hors de doute l'action incendiaire des ondes hertziennes, bien que leur intensité électrique fût minime en comparaison de la puissance des grandes stations de télégraphie sans fil actuellement en service. En particulier, il détermina, à quelques mètres de distance, l'inflammation de matières combustibles tels le fulmi-coton, l'amadou, le coton, la laine, les étoupes, le papier, etc... Par exemple, grâce à ses observations sur de minuscules balles de coton enfermées dans des chemises en jute avec cercles en fer, comme on les expédie des lieux d'origine et dont trois spécimens empilés figurent au milieu d'une de nos illustrations (fig. 3), il expliqua de la façon suivante le mécanisme des incendies qui éclatent parfois dans les entrepôts ou à bord des navires. Au cours des manipulations, un des feuillards qui encerclent les balles de coton brut peut se rompre ou se disjoindre sous l'action d'un choc ou

de toute autre cause; une minime solution de continuité métallique du cercle se produit et, de la sorte, se trouve réalisé un *résonateur hertzien* de fortune. Alors, sous l'influence des ondes électriques émises par un poste de T. S. F., des étincelles éclateront et enflammeront, par suite, des filoches de coton voisines. De même, le contact des cercles métalliques des balles empilées les unes

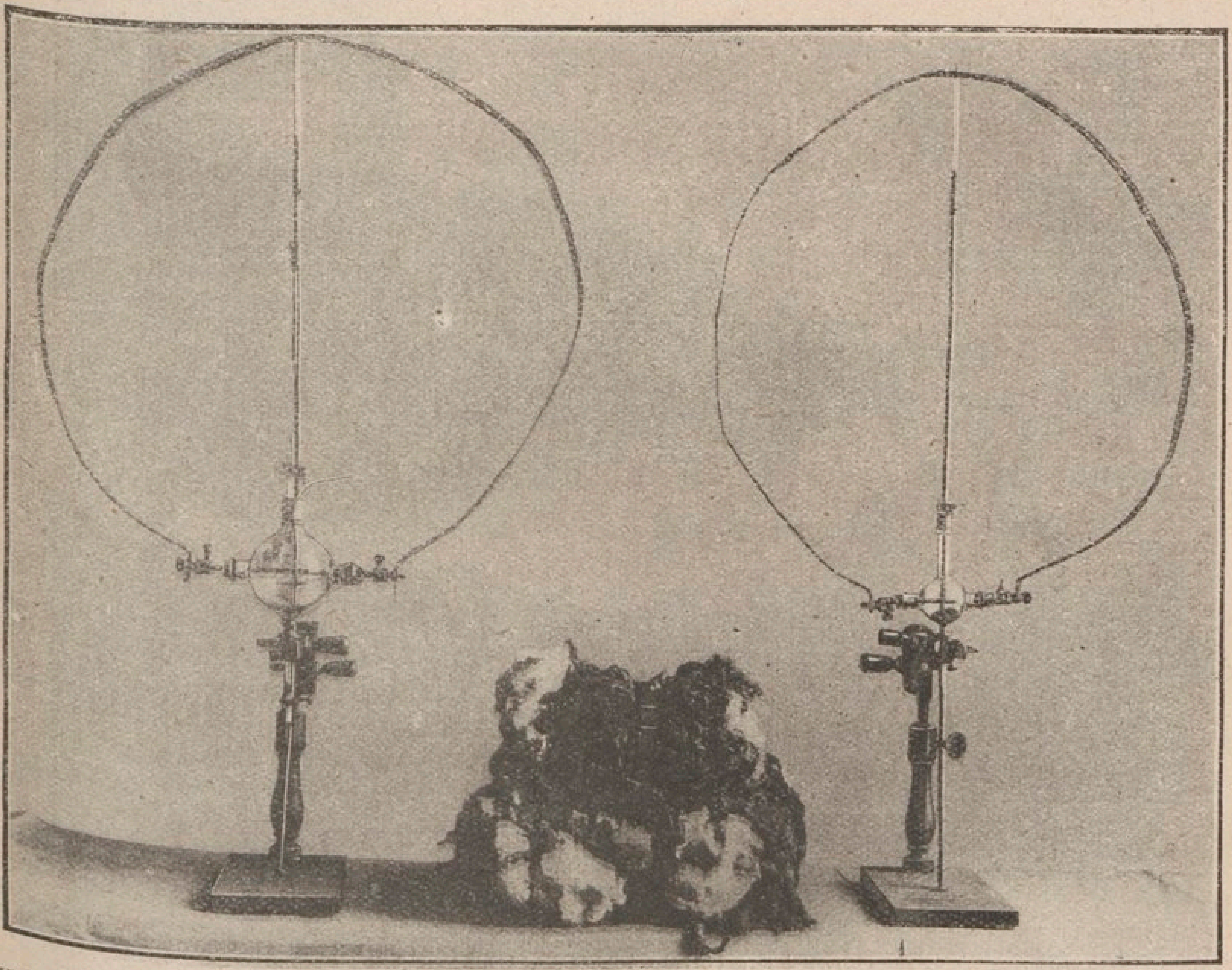


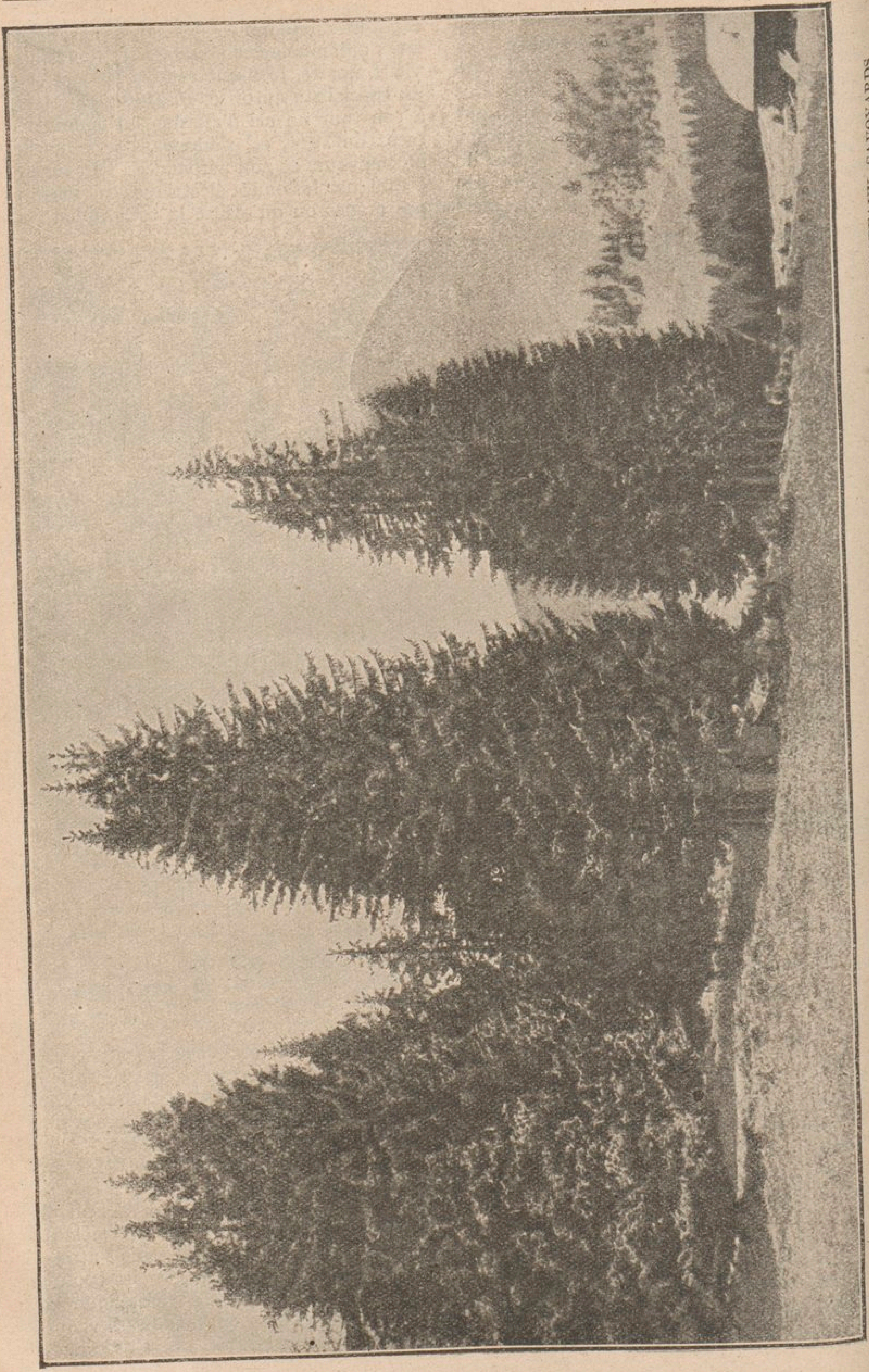
FIG. 3. — DISPOSITION DES APPAREILS EMPLOYÉS PAR M. GEORGE A. LEROY POUR PROVOQUER LES INCENDIES PAR ONDES HERTZIENNES

A droite et à gauche : résonateur-inflammateur ; au centre : petits ballots de coton auxquels il s'agit de mettre le feu. Ces ballots sont liés par des cercles métalliques (feuillards).

sur les autres dans un wagon ou arrimées dans la cale d'un bateau peut réaliser un circuit électrique offrant les conditions de capacité et d'auto-induction requises pour la production des phénomènes de résonance.

D'ailleurs, on met déjà sur le compte des ondes hertziennes l'explosion, en rade de Toulon, du cuirassé français *Liberté* (25 septembre 1911). Puis, en 1913, l'Amirauté britannique exécuta des expériences propres à fournir l'explication de catastrophes analogues. En actionnant des résonateurs, les radiotélégraphistes anglais purent provoquer à distance des étincelles électriques capables d'enflammer des substances explosives qui, emmagasinées dans les flancs d'un vieux navire, le firent sauter. De son côté, un spécialiste autorisé, F. Duroquier, jetait à son tour un cri d'alarme, au commencement de 1914, et, s'adressant aux marins, aux mineurs et aux aéronautes, leur disait : « Craignez les ondes électriques qui naissent des orages ou qu'utilise la télégraphie sans fil ! La rencontre imprévue de ces voyageuses qui franchissent les mers avec la vitesse de la lumière, qui s'entrecroisent brutalement dans l'espace et jusqu'au sein des mines les plus profondes, peut causer des malheurs. »

En effet, si on admet les hypothèses précédemment formulées, pour qu'un paquebot brûle dans le voisinage d'une station de télégraphie sans fil, il suffit de quelques chaînes ou ferrailles oubliées dans l'atmosphère surchauffée d'une soute : un contact imparfait dans l'armature métallique de son enveloppe pourra également provoquer l'explosion d'un dirigeable. E. CUVELIY



RIDEAUX BOISÉS ET PRÉS-BOIS DE REBOISEMENT QU'ON RENCONTRE FRÉQUEMMENT SUR LES HAUTS PLATEAUX SAVOYARDS

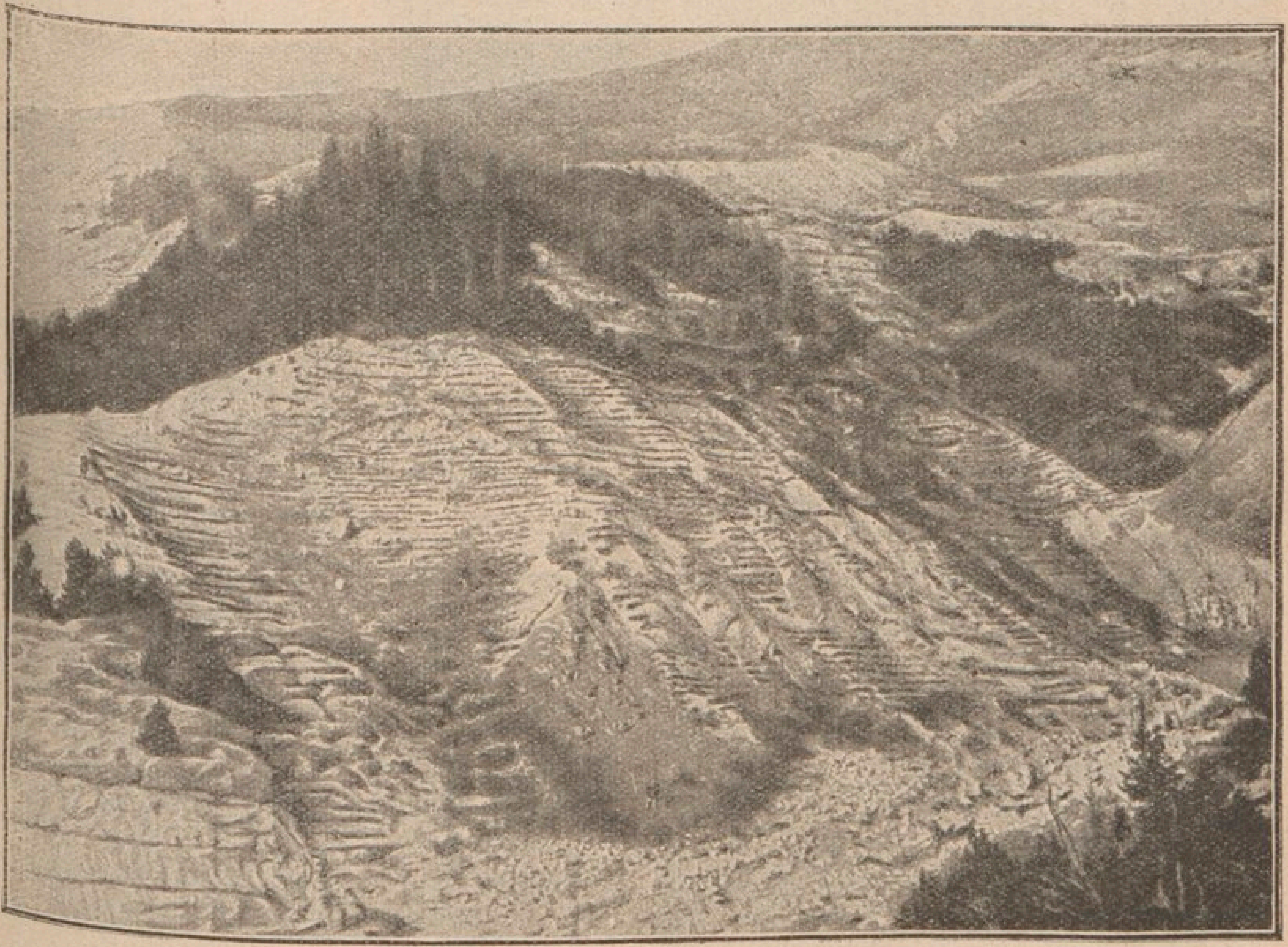
LE REBOISEMENT DE NOS MONTAGNES

Par Raymond de GOURLAY

ANCIEN INSPECTEUR DES EAUX ET FORÊTS

On a énuméré les kilomètres de territoire dévastés par l'ennemi et rendus, pour de longues années encore, impropres à la culture ; on a évalué les pertes supportées par le cheptel français; on a décrit l'état lamentable de nos mines noyées ; on a parlé aussi des coupes sombrés, et pour ainsi dire irréparables, pratiquées dans nos bois et nos forêts, non seulement par les Allemands qui, en somme, étaient dans leur rôle en ne les ménageant pas, mais aussi par la hache cruelle et aveugle des bûcherons d'occasion, vêtus de l'uniforme des différentes armées alliées; mais on semble malheureusement négliger le reboisement de nos montagnes, opération urgente, indispensable, qui devrait être le principal souci de ceux qui ont mission de protéger et d'augmenter cette puissance, jusqu'ici si peu utilisée, qu'on appelle la houille blanche.

La surface forestière de la France, d'après une statistique publiée en 1912 par l'Administration des Eaux et Forêts, est de 9.886,701 hectares. Comme la superficie totale du territoire français est de 25.951.940 hectares, il en résulte que le taux de boisement est de 18,7 % . Or, ce taux est reconnu insuffisant, non seulement pour répondre aux besoins économiques d'une population de 39 millions d'habitants, mais encore pour lui assurer d'une façon satisfaisante les bienfaits que l'on attribue généralement aux forêts, en ce



UNE MÉTHODE POUR LA CORRECTION DES TORRENTS DANS LES HAUTES-ALPES

Sur les versants dénudés, on établit des gazonnages et fascinages dans l'intervalle desquels on sème des graines fourragères, amorces d'une première végétation que compléteront ensuite des plantations d'arbres.

DISPOSITIF CONTRE LE GLISSEMENT DES TERRES

Le long des pentes au-dessus desquelles est assis le village de Lieuche (Var), on a étagé des banquettes de gazon, dont les racines maintiennent suffisamment la terre.

produisait, chaque année, en bois d'œuvre, 6.712.156 mètres cubes et en bois de feu, 16.791.555 mètres cubes, soit un total de 23.503.711 mètres cubes. La valeur en argent de cette production pouvait être estimé à 300 millions de francs ; mais cette valeur ne représente qu'une très faible partie du parti économique tiré du domaine forestier, auquel il faut ajouter tous les profits industriels et commerciaux résultant de l'utilisation du bois.

Cette production, nous parlons de celle fournie par la statistique de 1912, était loin de suffire aux besoins économiques de la France ; nous importions, en effet, depuis de nombreuses années, des quantités de bois dont la valeur variait de 100 à 200 millions. Aujourd'hui, après la guerre dévastatrice que nous avons dû subir, le déficit de notre production va être singulièrement aggravé. Nos forêts sont condamnées, pour de nombreuses années, à des épargnes importantes pour la reconst tution de leur matériel appauvri, surtout en bois d'œuvre, et leur rendement annuel s'en trouvera considérablement réduit pendant cinquante ans et plus. C'est à plusieurs milliards que l'on peut certainement évaluer le préjudice total.

Un grand effort va donc s'imposer en France pour l'exécution des travaux immédiatement nécessaires au repeuplement des vides créés dans notre domaine forestier. L'Administration des Eaux et Forêts le fera pour les terrains soumis à sa gestion ; mais il importe que les départements, les communes, les établissements publics et les particuliers s'associent à cette œuvre de restauration si importante, puisqu'elle tend à la production d'une des matières premières les plus indispensables à la prospérité économique

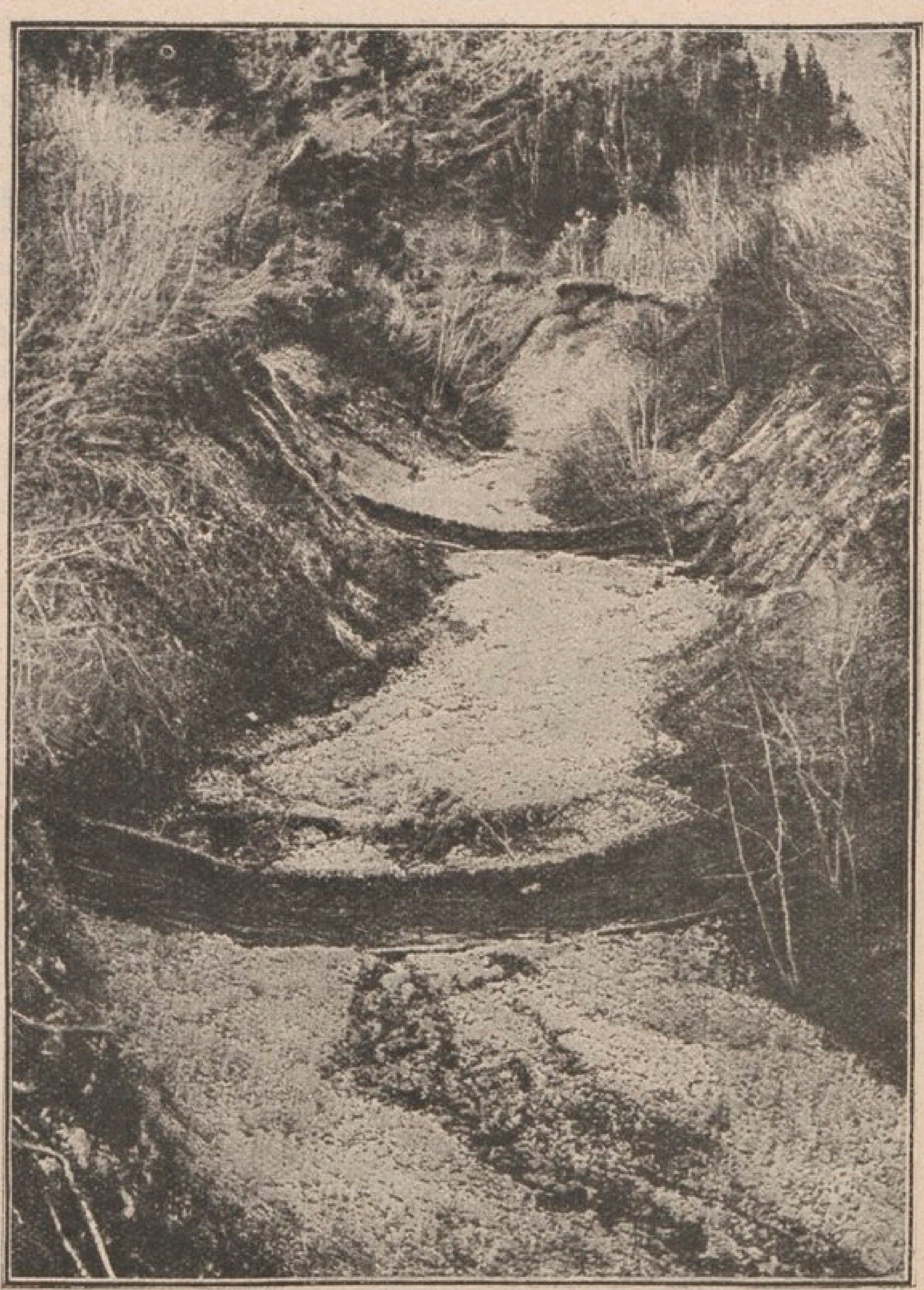
qui concerne spécialement leur influence régulatrice sur le climat, le régime des pluies et celui des sources et cours d'eau.

Ce domaine forestier se subdivise en trois catégories : 1° les forêts domaniales, appartenant à l'Etat français, qui mesurent 1.199.439 hectares ; 2° les bois communaux et d'établissements publics soumis au régime forestier, c'est-à-dire gérés par l'administration des Eaux et Forêts, dont la superficie est de 1.948.632 hectares, et enfin, 3°, les bois particuliers et bois communaux ou d'établissements publics non soumis au régime forestier, d'une étendue de 6.738.630 hectares. Cet ensemble de bois et de forêts

d'un pays : le bois. Ils y seront encouragés et aidés par les sociétés forestières existant en France : la *Société des Amis des arbres* qui, avec le concours de sections régionales et des petites sociétés scolaires forestières, fait dans tout le territoire français une active propagande pour le développement des plantations ; le *Comité des Forêts*, qui groupe les propriétaires forestiers et soutient leurs intérêts ; un certain nombre de sociétés régionales, de Franche-Comté, Belfort, Nice, Marseille, Limoges, Bordeaux ; enfin, le Touring-Club de France, qui seconde de son appui moral et de ses subventions ces diverses sociétés.

Mais il ne faut pas envisager que ce seul côté de la question : la reconstitution des bois et forêts abîmés par et pour la guerre. Il en est un autre non moins intéressant sur lequel il faut insister d'une façon particulière et d'autant plus urgente qu'il se trouve lié, indirectement si l'on veut et pourtant de façon précise, à la question qui préoccupe les pouvoirs publics et toute notre industrie : la question de la houille blanche qui doit remplacer chez nous les milliers de tonnes de charbon que, jusqu'à aujourd'hui, nous sommes obligés de faire venir de l'étranger. Il n'y a pas bien longtemps, le ministre de la Reconstitution le proclamait du haut de la tribune : « Il faut que, d'ici cinq années, nous ayons réalisé les chutes qu'on doit aménager en France pour la houille blanche. C'est une économie de 8 à 10 millions de tonnes de charbon et d'un décaissement au profit de l'étranger de plus de 500 millions de francs. »

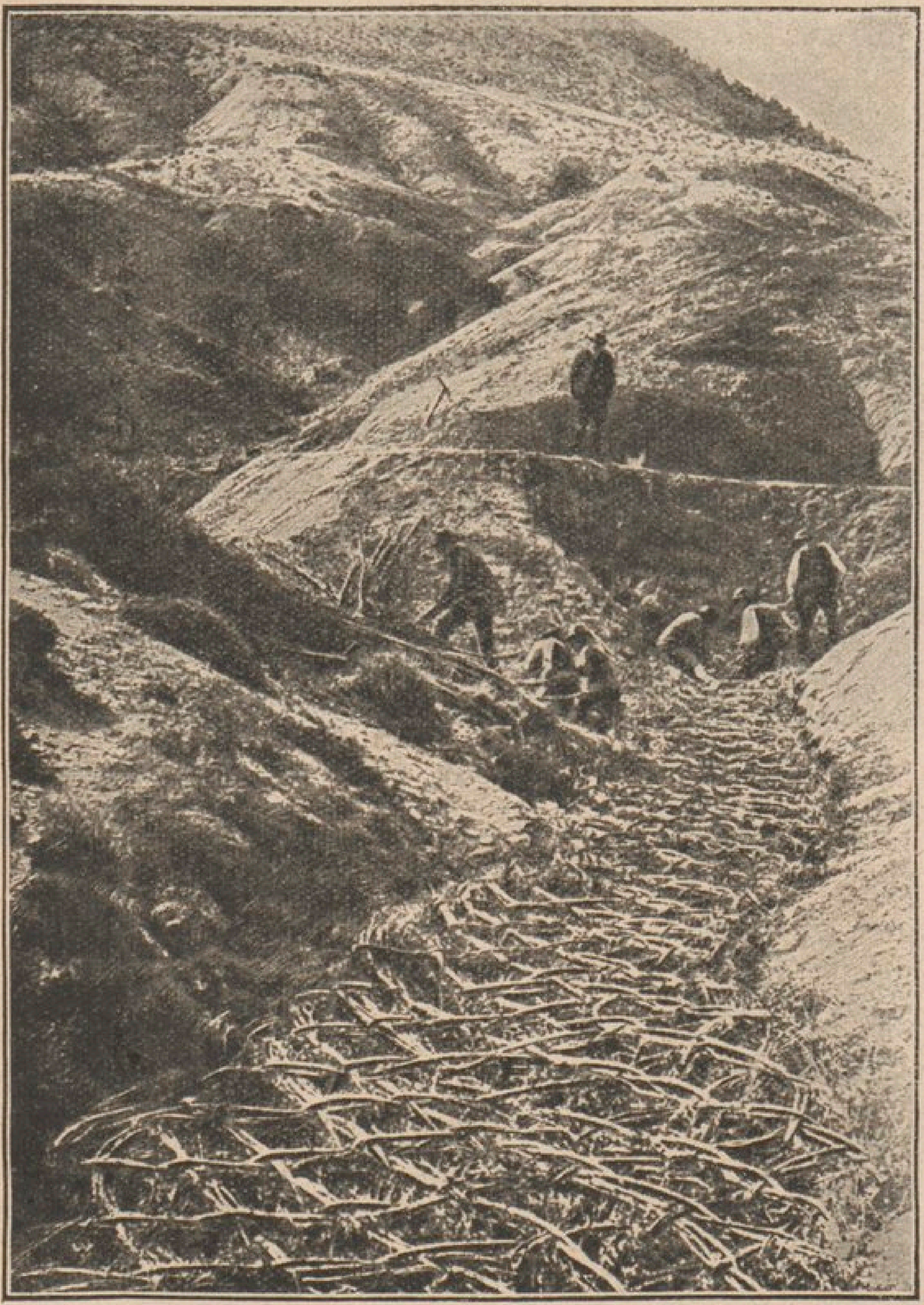
Déjà, en 1827, voulant démontrer la nécessité de doter la France d'un code forestier, M. de Martignac disait : « Ce n'est pas seulement par la richesse qu'offre l'exploitation des forêts qu'il faut juger de leur utilité. Leur existence même est un bienfait inappréciable pour les pays qui les possèdent, soit qu'elles protègent et alimentent les sources et les rivières, soit qu'elles soutiennent et raffermissent le sol des montagnes. »



POUR ÉTABLIR LA « PENTE DE RESTAURATION »
Des clayonnages faits de branches entrelacées sont établis dans le ravin à des distances plus ou moins grandes, de façon à former une série de vastes paliers qui diminuent la pente.

Ce sont, en effet, les arbres, les bois et les forêts qui tarissent et divisent les eaux du ciel, protègent le sol des ravages que causerait leur chute violente, maintiennent ce sol par leurs racines et radicelles, les répartissent dans les couches souterraines et alimentent les sources. Les pentes dénudées de nos montagnes laissent le champ libre aux orages qui se déversent bientôt en torrents irrésistibles, détruisant tout sur leur

passage et portant jusqu'au fond des vallées la ruine et la désolation. Les eaux de pluie, plus abondantes dans les régions de montagnes que dans les plaines, se répartissent entre l'imbibition, le ruissellement et l'évaporation. L'eau d'imbibition est retenue par le sol et par la végétation qui le recouvre ; l'eau de ruissellement s'écoule suivant les pentes, sous l'influence de la pesanteur. L'évaporation intervient de son côté pour restituer à l'atmosphère une certaine proportion souvent très élevée, des eaux pluviales; elle se produit, soit directement, soit par l'intermédiaire des végétaux. Dans la forêt, l'eau atteint d'abord les feuilles et l'écorce des arbres ; elle arrive ensuite à la couverture du sol, qui en retient une partie et qui s'oppose à l'écoulement rapide du liquide demeuré libre, puis au terreau et au sol qu'elle imbibe, et enfin aux couches sous-jacentes, où elle parvient en suivant les racines dans leur trajet souterrain. Il est ainsi aisé de comprendre le rôle important que jouent la forêt et le terrain qu'elle abrite dans l'alimentation générale de la nature, dans l'entretien régulier et constant des sources, des cours d'eau et des lacs dont sont tributaires toutes nos populations agricoles et auxquels vont s'adresser, en nombre toujours plus grand, les industries diverses qui leur demandent l'énorme puissance dont elles ont besoin et que la houille noire ne suffit plus désormais à contenter.



GARNISSAGE D'UN RAVIN DANS LES BASSES-ALPES

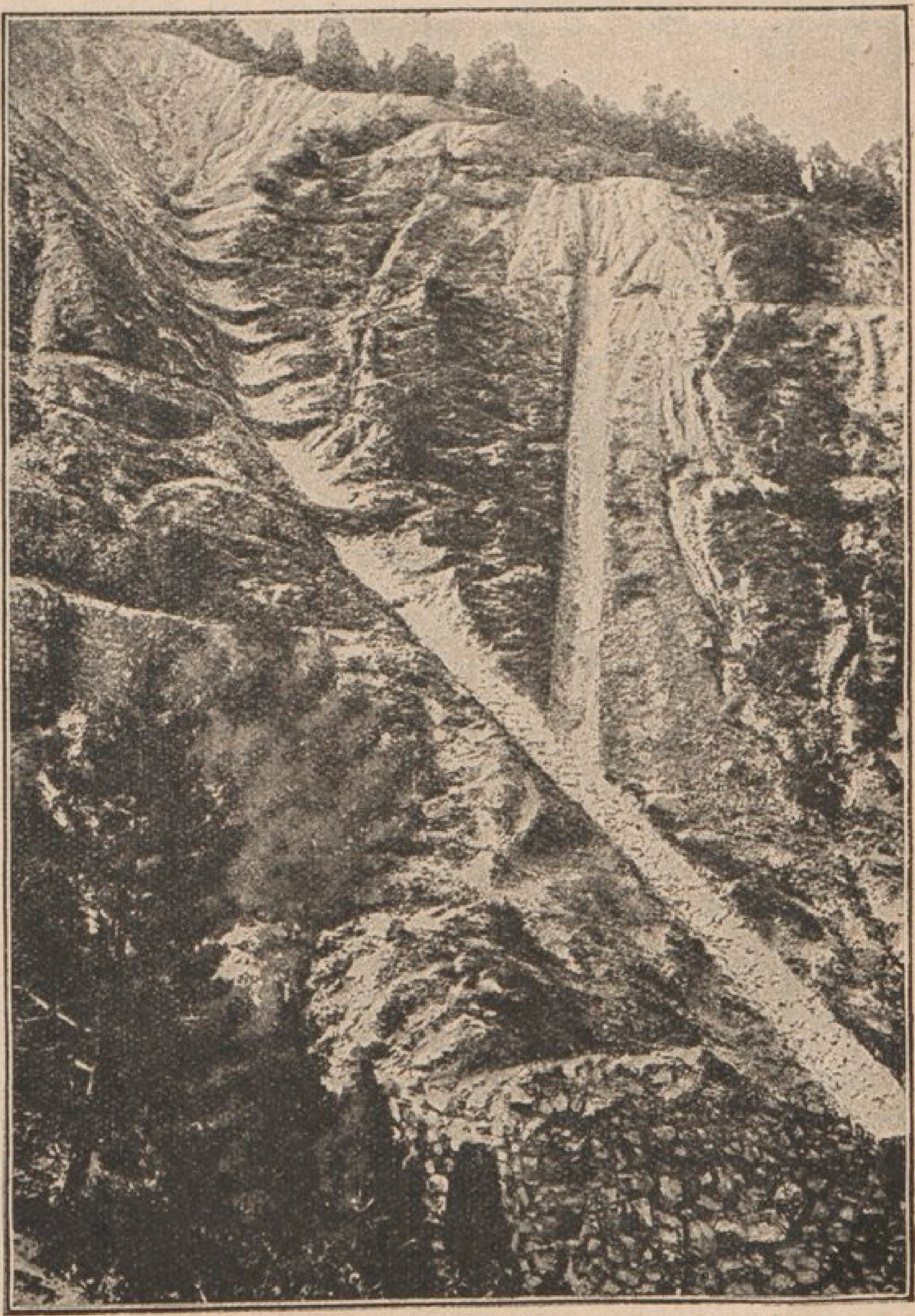
Dans les ravins secs, on garnit le lit au moyen de branches de saules plantées en terre et entrelacées. Ce garnissage retient les terres d'alluvion et constitue un sol artificiel apte à des plantations.

Autant est normale, régulière, bienfaisante, cette répartition des eaux dans les régions boisées, autant, dans les zones rocheuses, proches voisines des grands glaciers, l'irruption soudaine des eaux d'orage ou accumulées sur le glacier est dangereuse et provoque des catastrophes. Il n'est pas inutile de rappeler celle du 11 au 12 juillet 1892 où les eaux du glacier de Tête-Rousse (Haute-Savoie) firent irruption dans la nuit, en un volume énorme, 100.000 mètres cubes environ. Cette eau commença à se charger de matériaux au pied de la montagne des Rogues, puis la lave vint se déverser dans les torrents de Bionasset et de Bonnant et finit par arriver à l'Arve après avoir détruit une partie des constructions de Bionnay, des bains de Saint-Gervais et du hameau du Fayet. Cent soixante-quinze personnes ont trouvé la mort dans cette catastrophe et les dégâts matériels ont été évalués à 1.750.000 francs. Pour

parer à de semblables malheurs, on est entraîné à des travaux souvent très importants et très coûteux que l'on pourrait, sinon éviter, du moins atténuer dans d'intéressantes proportions, en pratiquant le reboisement ou le gazonnement des montagnes, en corrigeant les torrents, en domestiquant en quelque sorte les forces hydrauliques de la nature au profit de l'industrie.

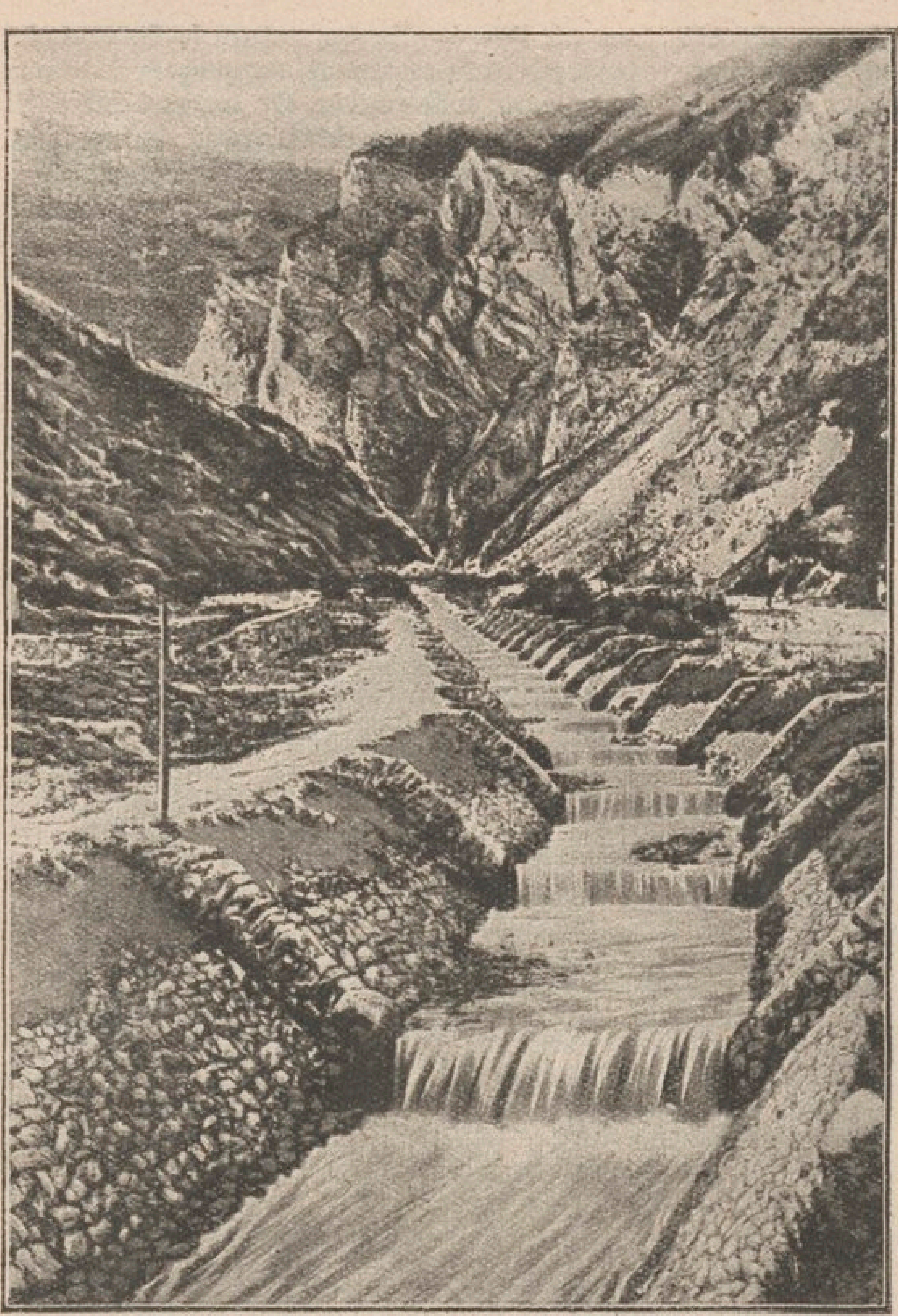
Pour reconstituer les forêts détruites, pour en faire naître de nouvelles aux flancs de nos montagnes pelées, ce sont donc de grands travaux à entreprendre, de fortes dépenses à engager, dépenses de paix que l'on mesure d'autant plus que les dépenses de guerre ont été faites sans compter. Mais ce qu'il est impossible de réduire, c'est le nombre trop grand des années qui s'écouleront avant que la France ait recouvré l'ensemble de ses richesses forestières, protectrices du sol, régulatrices des cours d'eau, sauvegarde de l'agriculture et de l'industrie.

On n'a, certes, pas attendu aujourd'hui pour s'occuper de la question du reboisement de nos montagnes. Dès 1841, Alexandre Surrel, ingénieur à Embrun, avait nettement défini le problème et formulé les principes suivants : « La présence d'une forêt sur un sol empêche la formation des torrents. La destruction d'une forêt livre le sol en proie aux torrents. » Depuis lors, des lois sont intervenues, l'Administration forestière s'est mise à l'ouvrage ; on a organisé des congrès ; on a créé des jardins alpins, au Lautaret, sur l'Aigoual, des arboretum (collection d'arbres exotiques) en différentes régions, à Nogent-sur-Vernisson, dans le Loiret, à Champenoux, près Nancy ; on a même essayé des parcs nationaux à Fontainebleau et à La Bérarde, dans les Alpes, sortes de laboratoires où l'on étudie sur nature la flore et les essences qui pourraient s'appliquer le mieux à telle ou telle région. On a aussi entrepris en maints endroits des travaux de barrages, de dérivation, destinés à entraver et à modérer la violence des torrents. Malheureusement, en se basant sur la marche actuelle des travaux de reboisement, on a calculé qu'il faudrait mille années et deux milliards de francs pour couvrir de bois l'énorme superficie des terrains incultes. La tâche est donc lourde, mais il ne faut pas que sa grandeur nous effraie. En passant en revue ce qu'a déjà fait l'Administration des Eaux et Forêts, les moyens dont elle dispose,



RIGOLES PAVÉES ARTIFICIELLES AU FLANC D'UN MASSIF

Ces rigoles, que coupent de petits barrages assez rapprochés, servent à recueillir et à diriger les eaux provenant de la pluie ou de la fonte des neiges vers les usines où leur chute fournit la force motrice.



CANALISATION DE SAINT-JULIEN, EN SAVOIE

Pour protéger plus particulièrement certaines régions, on a recours aux canaux perreyés, c'est-à-dire ayant leurs berges pourvues d'un revêtement de pierres sèches et leur lit barré de seuils.

les obstacles qu'elle a à vaincre et les ennemis contre lesquels elle a à lutter, nous connaîtrons mieux l'étendue du dommage et les difficultés du problème qu'ont courageusement attaqué nos ingénieurs et conservateurs des Eaux et Forêts, MM. Flahaut, Guinier, Mongin, Bernard, Mathey, Cardot, auteur du *Manuel de l'Arbre*, Chauveau, sénateur de la Côte-d'Or, dont les rapports, les travaux consciencieux et les documents nous ont servi au cours de cette étude.

Le premier ennemi de la forêt, c'est le bétail et le pâtre qui l'élève. Aux troupeaux, il faut des pâturages qui, mal défendus, constamment parcourus et broutés, voient leur végétation s'appauvrir; la pelouse disparaît, le sol se dessèche, la stérilisation s'étend peu à peu. Pour donner de l'herbe à ses bêtes, le berger s'attaque à la forêt, coupe au besoin les arbres, brûle les arbustes, afin de déblayer le sol ; la forêt s'éclaircit ainsi, d'autant plus que le pâturage est plus intense : les arbres qui disparaissent ne sont pas remplacés, ceux qui subsistent se développent mal. Quand le territoire est épuisé, le troupeau va chercher plus loin les ressources fourragères qui lui font défaut. A celui-ci s'ajoutent les troupeaux venus de régions éloignées, ceux que l'on appelle les « transhumants », qui se déplacent suivant les conditions climatériques, quittant les plaines chaudes du Midi, l'été, pour gagner la montagne délivrée de sa neige, et réciproquement. C'est ainsi que les nombreux moutons nourris en hiver dans les plaines de Provence, principalement dans la Crau, sont conduits, en été, dans les hautes régions des Alpes méridionales. Cette coutume de la transhumance est ainsi une des causes les plus graves de la dégradation de ces montagnes.

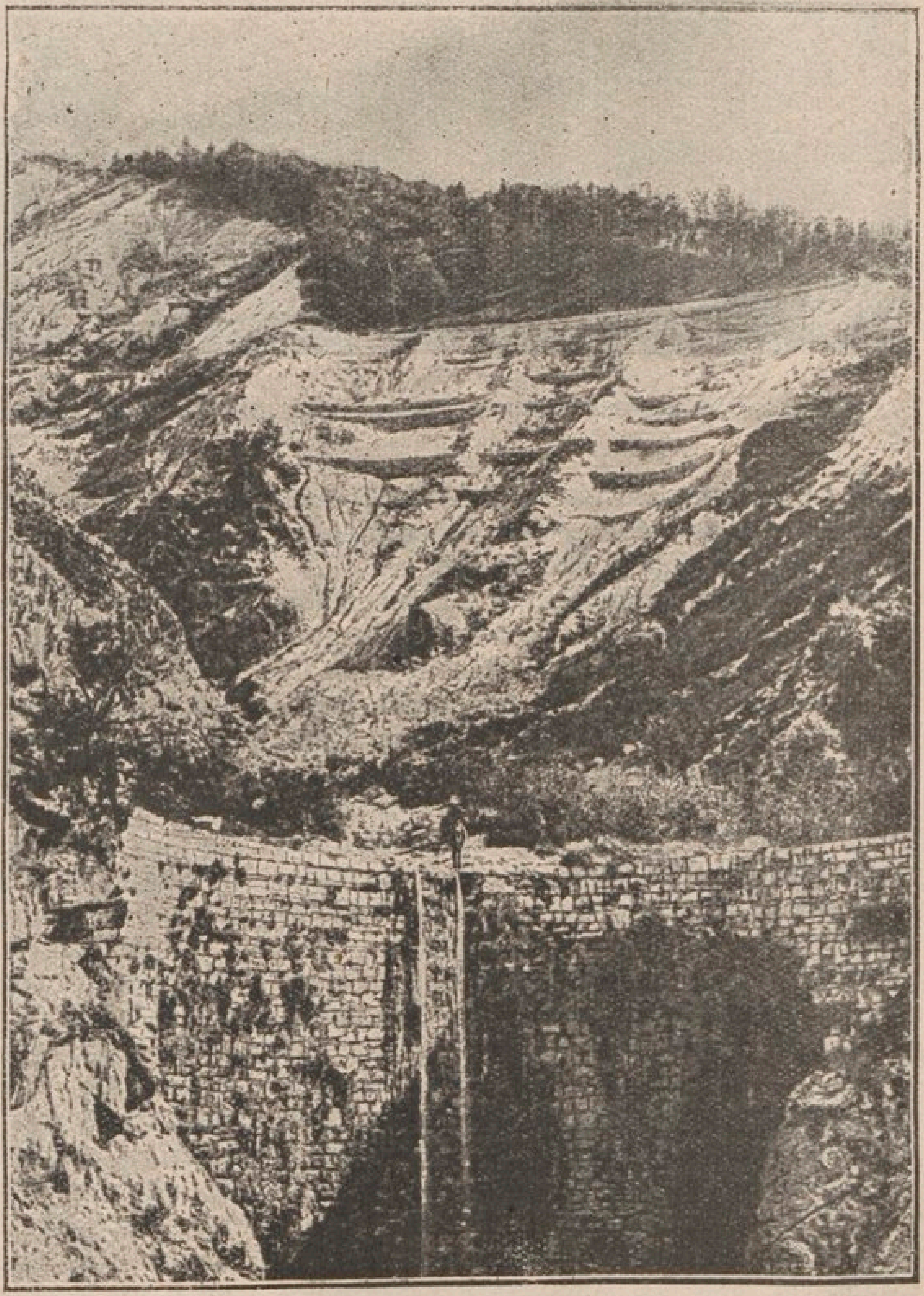
Sur les pentes rapides, l'exercice continu du pâturage provoque rapidement la dénudation, le ravinement du sol et l'on peut dire que le pâtre et ses troupeaux ont plus fait que le bûcheron pour la ruine des montagnes et le développement du fléau torrentiel. Quand le bûcheron a passé, le jeune semis se lève pour remplacer l'arbre disparu ; mais le troupeau dévore le semis et le pâtre incendie la brousse qui prépare la résurrection de la forêt. Il suffit de parcourir certaines parties des Alpes méridionales ou des Pyrénées, de voir combien la forêt est encore livrée au bétail, combien sont en mauvais état ou mal utilisés les pâturages qui s'y trouvent pour

comprendre quels énormes progrès restent à accomplir par le service du reboisement.

Mais le bétail n'est pas la seule des causes de détérioration contre lesquelles il convient de se prémunir pour la défense des forêts dans les régions montagneuses ; d'importants travaux sont sans cesse à entreprendre contre les avalanches, les coulées de pierres, les ravinements et érosions provenant du ruissellement des eaux, des éboulements que provoquent les infiltrations souterraines : ce sont les murs de retenue, les barrages, les clayonnages et embroussaillements dans les ravins, les drainages de consolidation, les rideaux ou bandes boisées à établir.

Tout filet liquide ayant une vitesse de plus de trois mètres à la seconde, affouille les roches les plus dures. Or, le torrent est un cours d'eau à fortes pentes, lancé sur un versant dénudé, souvent constitué par des boues glacières et des marnes, qu'il ronge sans cesse, amenant à chaque crue de nouveaux éboulements des berges. Tous ces matériaux arrachés à la montagne, viennent s'étaler dans la vallée en énormes cônes de déjections, envahissant villages et cultures, interrompant les communications et provoquant souvent, dans les rivières interceptées, de désastreuses débâcles. Pour prévenir ces dégâts, il faudrait diminuer l'importance des crues, supprimer ou réduire le ruissellement, fixer la terre sur les versants ; c'est le grand rôle de la forêt dans le drame qui éclate lors de chaque orage en montagne. Mais, suivant l'altitude, l'exposition, le sol, il faut quinze ou vingt ans et plus encore parfois pour constituer le fourré de verdure protecteur.

Pour couper la violence d'un petit ruisseau, on installe en travers du lit une chaîne de pierres formant seuil. S'il s'agit d'un torrent plus redoutable, on édifie un mur en maçonnerie en amont duquel les terres vont s'amonceler, relever le fond du thalweg et constituer une plage à pente réduite où les eaux s'étaleront, perdront de leur vitesse et de leur force de propulsion. Cette plage formant cuvette en son milieu maintient le courant loin du pied des rives qui ne seront ainsi plus affouillées. Plus sera grande la violence du torrent à combattre, plus on multipliera, sur son cours, les barrages successifs. Enfin, si ces mesures ne suffisent pas, si la pente est trop forte pour qu'on puisse établir utilement des barrages ou des seuils, on a recours aux canaux per-



LE TORRENT DU RIEULET (HAUTES-PYRÉNÉES)

Vers le haut, des seuils et des murs de retenue brisent le ruissellement des eaux ; plus bas, la pente du torrent est redressée par un barrage de 19 mètres de hauteur qui retient toutes les terres d'alluvion.

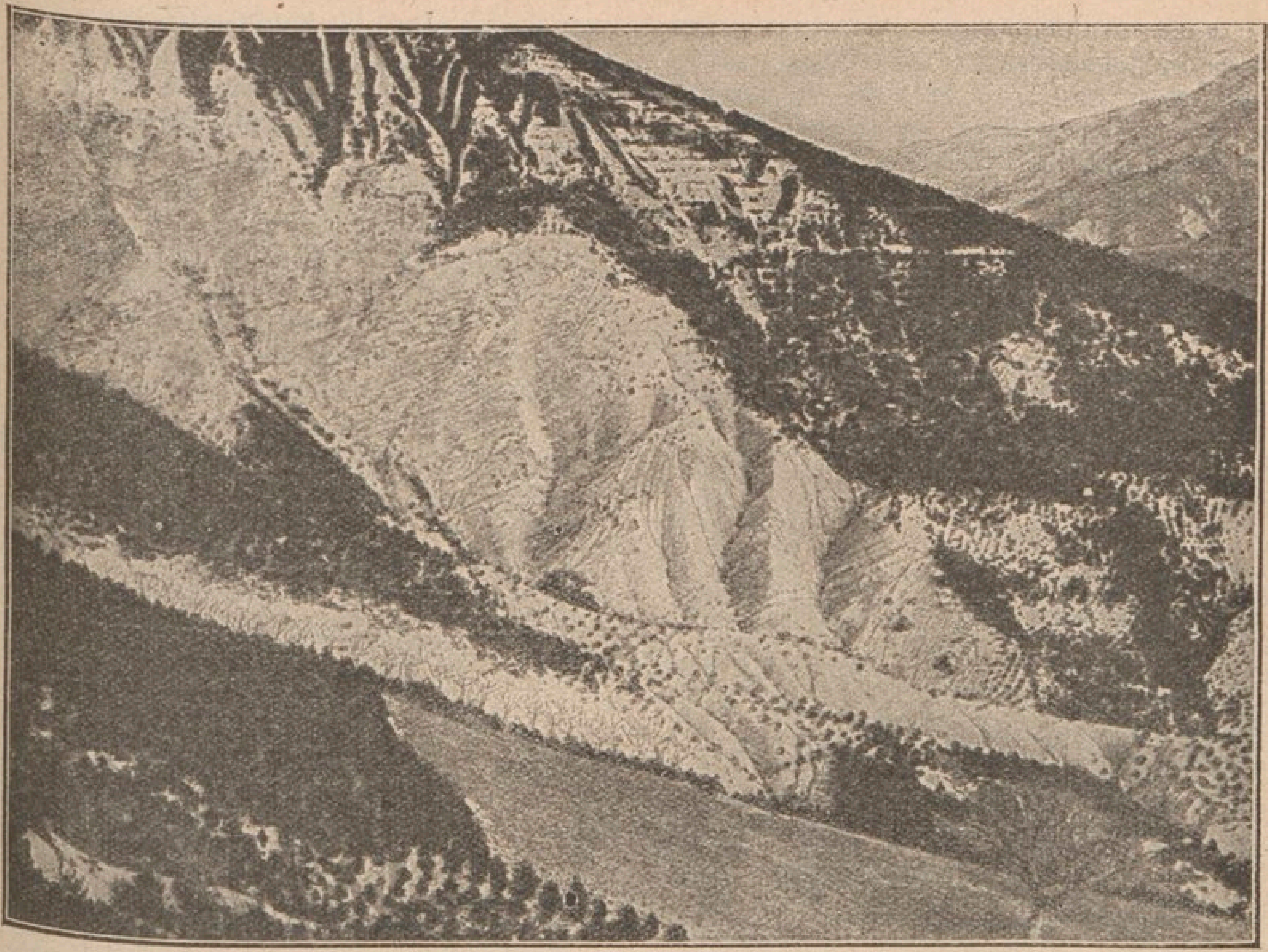
VERSANT ALPESTRE (ENVIRONS DE VERGONS) A PEU PRÈS COMPLÈTEMENT DÉNUDÉ

reyés ; on assure ainsi au torrent un lit fixe, résistant, imperméable, qui le contiendra dans toute la région dangereuse.

Au pied des barrages, on doit aussi établir des enrochements pour éviter l'affouillement du sol par la chute de l'eau formant cascade. Les enrochements sont parfois, aussi, indispensables au long des berges pour éviter l'érosion de celles-ci ; c'est ce que l'on désigne sous le nom de façonnage de lit. Le drainage est un procédé employé pour la stabilisation des glissements ; il s'agit, en ce cas, de fossés d'assainissement plus ou moins profonds et étroits, à fond pavé, remplis de pierres, dont certaines, celles du bas, sont disposées de manière à former un canal à section triangulaire, rectangulaire ou demi-circulaire. Ces drains sont quelquefois avantageusement remplacés par des rigoles artificielles qui permettent de capter, avant leur infiltration, une grande partie des eaux de pluie et surtout de fonte des neiges et de les diriger vers des terrains, à l'avance défendus contre leur afflux, ou vers des promontoires d'où elles puissent se déverser en chutes de cent, deux cents, cinq cents mètres de hauteur, susceptibles de faire marcher les innombrables rouages des grandes industries de la vallée.

Les clayonnages et fascinages donnent d'excellents résultats dans la consolidation superficielle des berges nues. Ils sont disposés longitudinalement et étagés de manière à constituer dans leur ensemble une série d'escaliers dont les marches prennent facilement la « pente de restauration ». L'ouvrage de base doit être disposé de manière à être soustrait à tout affouillement latéral, et, pour cela, on le protège à l'aide d'enrochements longitudinaux. On appelle « pente de restauration » la pente limite au delà de laquelle toute restauration naturelle du sol est impossible.

C'est donc à la fois par l'entretien des forêts et des pâturages que l'on arrive à maîtriser les eaux nécessaires à l'agriculture et à l'industrie. Les glaciers et les lacs de nos montagnes, réservoirs naturels des pluies dont ils répartissent les eaux, tendent à disparaître, ceux-ci peu à peu comblés par les éboulis des pentes rocheuses qui les environnent, ceux-là reculant lentement au cours des siècles, s'asséchant peu à peu, comme on a pu le constater dans les Alpes et les Pyrénées où bon nombre d'entre eux ont disparu. Ce n'est que la forêt qui pourra les remplacer, qui aidera à emmagasiner les eaux du ciel et à les retenir jusqu'à la saison sèche ;



LE VERSANT DE VERGONS, DOUZE ANS PLUS TARD, COUVERT DE JEUNES PINS

c'est elle qui maintient les neiges dans la zone élevée et les empêche de dévaler en avalanches jusqu'au bas des pentes, qui absorbe dans sa couverture de mousse, de feuilles et de terreau, les eaux ruisselantes et ne les laisse écouler que goutte à goutte.

L'arbre et la pelouse, la forêt et le pâturage se trouvent donc, malgré l'antagonisme qui semble exister entre le pâtre et le bûcheron, indissolublement liés. L'un et l'autre ont un rôle économique qu'il convient de respecter et de favoriser. Dans un rapport présenté au congrès forestier de 1913 par M. de Roquette-Buisson, nous lisons que « si les Pyrénées se sont jusqu'ici conservées en meilleur état que les Alpes, si les ravinements dans les pentes, la dénudation des rochers y sont bien moins grands, elles le doivent à la sagesse à la prévoyance des vieux usages et des vieux règlements ». Depuis qu'ils sont peu à peu tombés en désuétude, la montagne a connu des désastres de plus en plus nombreux. Il n'y a pas encore cinquante ans, le sommet de la montagne de Pouyaspe, qui domine le village de Sasos, dans la vallée de Barèges, était couvert de bois ; aujourd'hui, il est entièrement dépouillé de toute terre végétale et ne montre plus que la roche lisse ; la conséquence a été la diminution de la fertilité des pacages. Tant que la forêt a existé, son influence permettait aux habitants de pouvoir, près d'un mois avant les autres villages de la vallée, vendre, grâce au parfait état des pâturages du printemps, les élèves de leurs troupeaux. Aujourd'hui, ils ne peuvent plus réaliser ce bénéfice ; leur pacage est comme les autres. Ils ont, en même temps qu'ils laissaient détruire la forêt, abandonné les prescriptions du vieux règlement communal défendant de garder pendant l'été aucun animal dans les pacages et obligeant à envoyer les troupeaux pendant plusieurs mois dans les hautes montagnes de Gavarnie.

On pourrait aisément multiplier de semblables exemples, qui tendent à prouver que, plus une région est boisée, plus elle nourrit d'animaux. L'arbre protège la pelouse contre les vents glacés et les ardeurs du soleil, et le bétail profite de ces abris et de ces ombrages. Sous le couvert des arbres de futaie, les plantes inutiles, bruyères, airelles, rhododendrons, croissent difficilement, laissant la place aux herbages goûtés des troupeaux. Aussi a-t-on tiré excellent parti de ces bou-

quets d'arbres dénommés « prés-bois », qui, disséminés sur les pentes gazonnées, y entretiennent un sol frais et riche en terreau. Les prés-bois du Jura, garnis de sapins et d'épicéas, ceux des vallées des Alpes, où prospère le mélèze, en sont de bons exemples.

On peut donc conclure que, l'aménagement pastoral, l'entretien rationnel et périodique des pelouses, le développement de l'industrie laitière peuvent permettre aux habitants de réduire peu à peu l'importance des troupeaux de menu bétail et, en même temps, de recueillir, sur une surface de pâturages relativement restreinte, des profits beaucoup plus importants que ceux obtenus sur les immenses surfaces parcourues et dévastées aujourd'hui. Cela étant, on pourra rendre à la végétation forestière une grande partie de ces terrains. Les crêtes rocheuses, les pentes arides, les berges des ravins, les landes buissonneuses se couvriront de bois de futaie et en même temps que la montagne se consolidera et s'embellira, une nouvelle source de richesses apparaîtra pour l'habitant.

Une des meilleures preuves du rôle que joue l'arbre dans la stabilisation du sol, on la trouve dans le département des Landes, où les sables de la mer s'amoncelaient sur les côtes de Gascogne et gagnaient chaque année 20 mètres sur les terres riveraines, devenues stériles et marécageuses. Dunes et landes incultes et malsaines ont été vaincues par deux ingénieurs, Brémontier et Chambrelent, qui, grâce à des plantations sagement comprises de pin maritime, à un vaste réseau de canaux d'assainissement, assurant le libre écoulement des eaux stagnantes, transformèrent plus de 600.000 hectares en une forêt bienfaisante et de grand rendement. Elle fournit la résine, des étais de mines, des traverses de chemins de fer, des poteaux télégraphiques, des pavés de bois, de la pâte à papier. Autrefois, les landes les plus rapprochées des villages ne trouvaient pas acheteur à 50 ou 60 francs l'hectare ; aujourd'hui, cette immense forêt exporte ses produits aux quatre coins du monde, et sa valeur est de 1.000 francs l'hectare. L'équivalent peut et doit être fait dans nos montagnes.

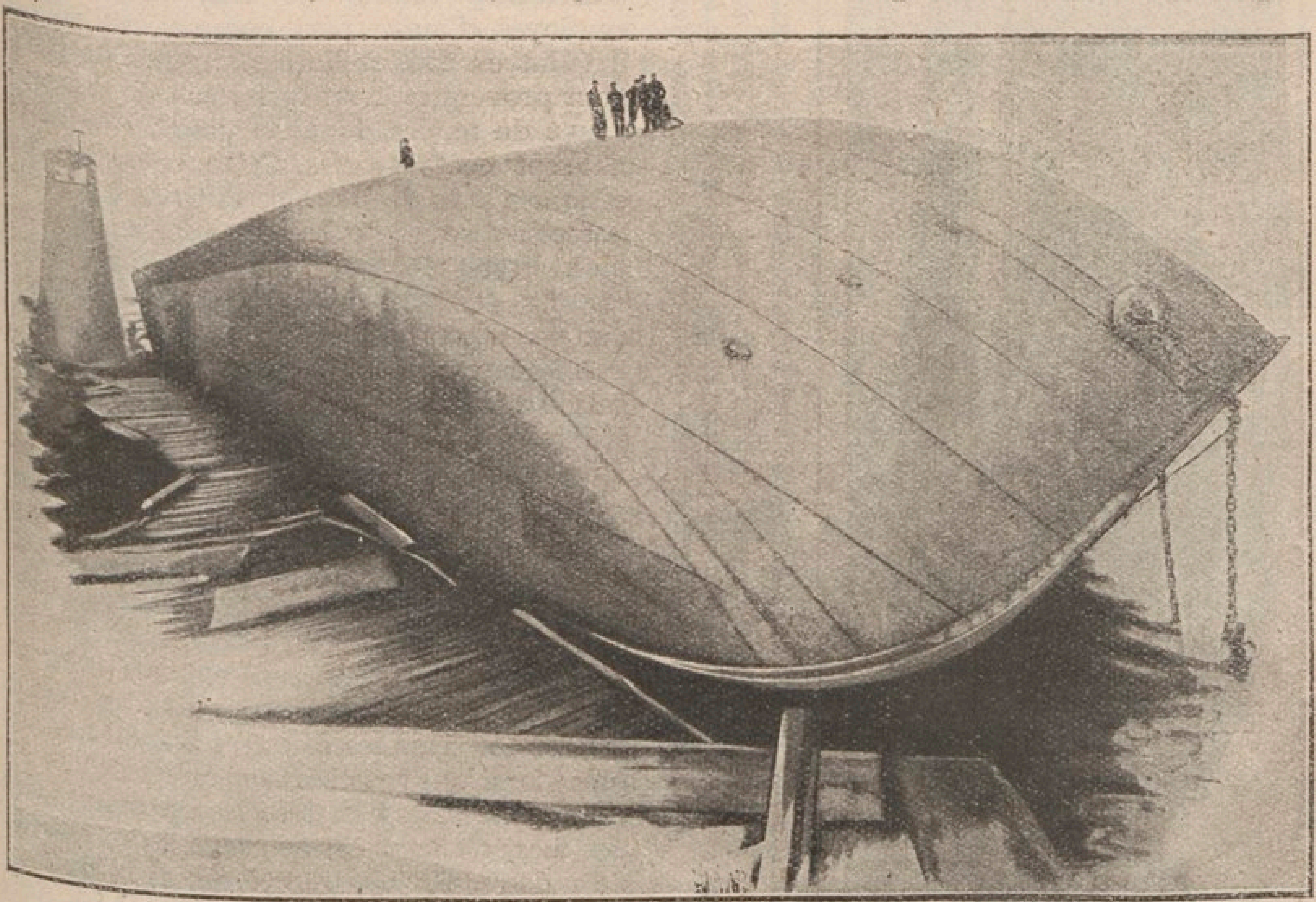
R. DE GOURLAY.

DESTRUCTION D'UN VILLAGE PAR LA CRUE D'UN TORRENT

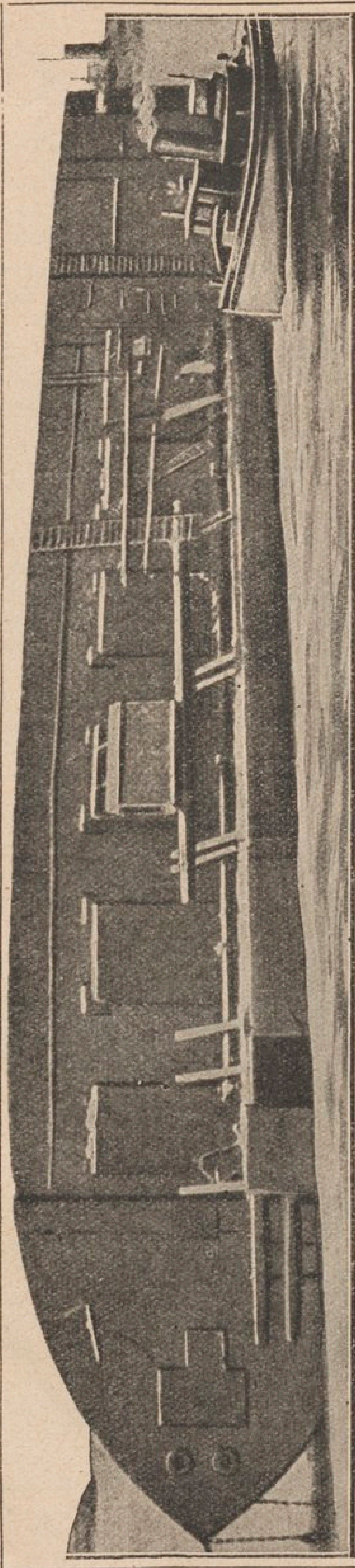
Le 23 juillet 1906, le petit bourg des Fourneaux (Savoie) était envahi par les eaux descendues de la montagne et à peu près totalement anéanti par les roches qu'entraînait le torrent dévastateur.

UN BATEAU QUE L'ON COUPA EN DEUX ET DONT ON RENVERSA CHAQUE MOITIÉ POUR LUI FAIRE TRAVERSER UN CANAL

Lorsque les Etats-Unis entrèrent en guerre avec l'Allemagne, le gouvernement de Washington décida, au nombre des mesures qui devaient compenser les énormes pertes de tonnage que les Alliés avaient subies du fait des sous-marins ennemis, de réquisitionner un grand nombre des navires marchands naviguant sur les grands lacs américains. Cent quatre vingt-dix de ces navires furent ainsi transférés de la navigation en eau douce à la navigation en eau salée ; quarante-huit d'entre eux furent amenés dans l'Atlantique par la voie du fameux canal Welland, que des Allemands à la solde du comte Bernstorff, alors ambassadeur d'Allemagne à Washington, essayèrent en vain de détruire. Un grand nombre de navires des lacs étaient, cependant, trop longs pour franchir les écluses de ce canal et l'on dut, pour assurer leur passage, les couper littéralement en deux, opération que nous avons mentionnée à son heure dans cette revue (nº 38 du mois de mai 1918, page 552), et les faire voyager par moitié ; bien entendu, une fois la dernière écluse franchie, les deux sections étaient raccordées. Si audacieuse qu'elle puisse paraître, cette opération ne fut pas, cependant, la plus difficile que les ingénieurs maritimes américains eurent à projeter, car, s'il fut unique, le cas du *Charles-E. Van Hise*, un bateau des lacs, n'en constitua pas moins le problème le plus ardu et sans doute aussi le plus curieux qui se soit jamais posé en matière de transfert de navires. Ce bâtiment, en effet, n'était pas seulement trop long pour franchir les écluses du canal Welland, mais il était encore et de beaucoup trop gros. Il mesurait approximativement 138 mètres de long et 15 mètres de large ;



LA MOITIÉ AVANT DU « CHARLES-E. VAN HISE » FLOTTANT SUR LE FLANC, A PORT-COLBORNE (LAC ÉRIÉ) OU ELLE DEMEURA EN HIVERNAGE JUSQU'A LA REPRISE DE LA NAVIGATION



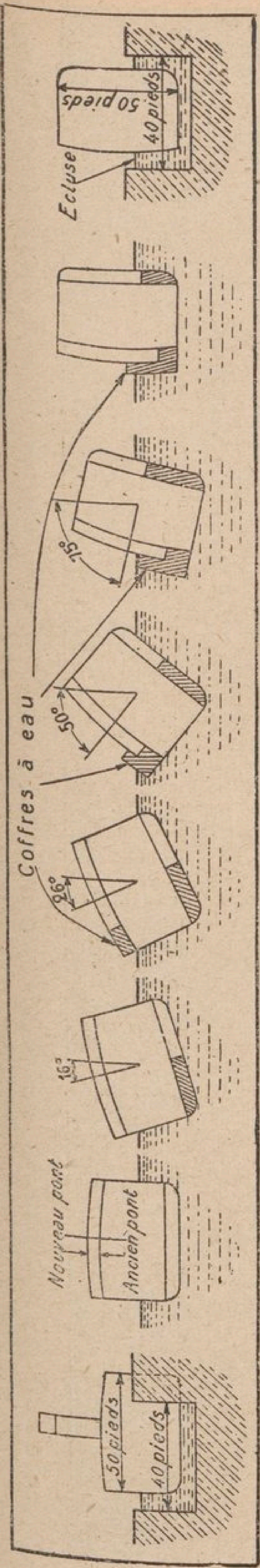
REMORQUAGE DE LA SECTION AVANT RENVERSÉE SUR LE FLANC, DU « CHARLES-E. VAN HISE », DE BUFFALO A PORT-COLBORNE,

Trop long et trop large pour traverser les écluses du canal Welland qu'il devait emprunter pour passer des lacs en mer, ce navire fut d'abord coupé en deux dans sa longueur ; ensuite on fit chavirer chaque section de manière à les remorquer séparément et sur le flanc à travers les écluses du canal. La prise des glaces a retardé cette dernière opération et l'on dut faire hiverner la section avant à Port-Colborne jusqu'à la fonte des glaces.

or, cette largeur excédait de près de deux mètres celle du seuil des portes d'écluse.

Les ingénieurs américains adoptèrent, pour ce cas difficile, la méthode suivante : ils commencèrent par couper le bateau en deux, comme ils avaient fait pour les bateaux précédents, puis, traitant d'abord la moitié avant, voici ce qu'ils firent pour lui permettre de franchir les écluses. Toutes les ouvertures du pont et des flancs : panneaux, hublots, manches de vidange, etc., furent obstruées et calfatées. Six coffres en bois et acier furent ensuite attachés solidement sur le pont entre le gaillard d'avant et l'amorce de la passerelle, mais d'un bord seulement, nous verrons pourquoi tout à l'heure. On introduisit d'abord cent soixante-douze tonnes d'eau dans le double fond de la coque, du côté où les coffres avaient été installés, ce qui fit incliner le navire de ce bord d'un certain angle ; puis cent trente tonnes additionnelles d'eau furent introduites, toujours du même bord, dans les réservoirs de ballast que possédait le bâtiment, ce qui fit prendre à celui-ci une bande plus accentuée ; enfin, quatre cent soixante-six autres tonnes liquides furent refoulées dans les coffres du pont, ce qui coucha complètement le navire sur son côté alourdi. En tenant compte des cent trente-cinq tonnes de matériaux divers employés d'autre part comme lest solide, il fallut en tout mille huit tonnes de poids pour provoquer le renversement de la partie avant du navire, laquelle pesait elle-même dix-sept cents tonnes. Cette opération fut effectuée près de Buffalo, dans le lac Erié ; la section avant fut ensuite remorquée jusqu'à Port-Colborne, un port d'hivernage, car les travaux ne purent être achevés que peu avant la fermeture de la navigation.

A l'heure où paraîtront ces lignes, la navigation sur les lacs et le canal Welland ayant été reprise, cette section du *Charles Van Hise* aura sans doute été remorquée à travers les écluses de ce canal et jusqu'à Montréal, où sera effectué ultérieurement le remontage. La section arrière sera traitée de la même manière et les ingénieurs qui ont entrepris ce travail peu banal, MM. Eustis, Herriman et Powers, espèrent qu'ils pourront, lorsque les deux moitiés du *Van Hise* se trouveront dans les eaux du Saint-Laurent, procéder à leur jonction sans qu'il soit besoin, comme cela fut fait avec les autres navires des lacs, de les faire entrer dans un bassin de radoub. Ils joindront d'abord la portion émergeante des deux sections couchées, puis ils calfateront et peindront la surface hors de l'eau ; ensuite, ils redresseront le navire,



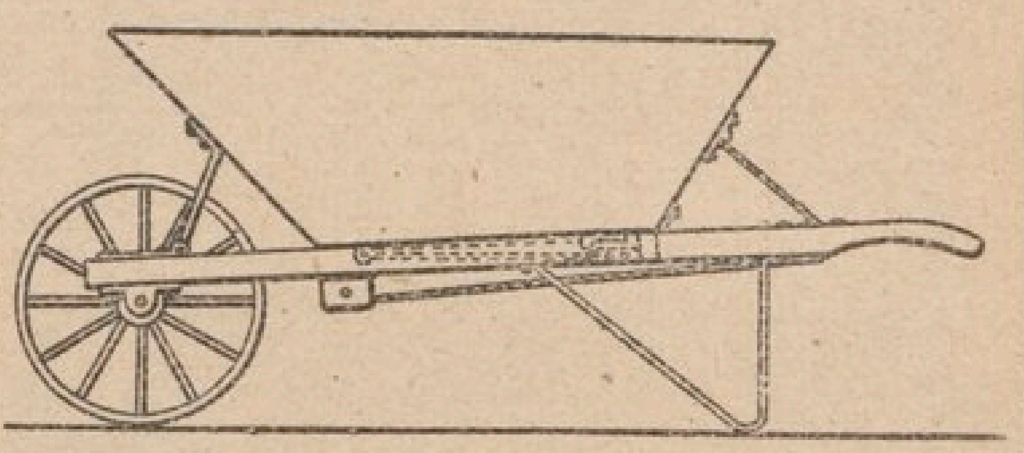
ÉTAPES SUCCESSIVES DU CHAVIREMENT (AU MOYEN DE LIQUIDE ET SOLIDE CONVENABLEMENT APPLIQUÉS) DES DEUX MOITIÉS DU « VAN-HISE »

le coucheront sur l'autre bord et termineront la jonction. Ils n'auront plus alors, après avoir calfaté et peint la surface mise à nu, qu'à redresser définitivement le bateau et à le débarrasser de son lest liquide et solide et de ses coffres à eau pour lui permettre, un peu tard, il est vrai, de continuer sa route vers l'Océan par ses propres moyens. Si cette opération sans précédent, et, on l'avouera, d'une hardiesse inusitée, n'aura pas eu, du fait de la cessation des hostilités, la portée pratique qu'elle devait avoir, elle n'en restera pas moins un haut fait à l'actif des ingénieurs américains qui l'ont imaginée. Elle constitue également un enseignement précieux pour ceux qui, dans l'avenir, se trouveraient en présence d'un problème aussi insoluble en apparence que celui auquel n'hésitèrent pas à s'attaquer les ingénieurs que nous avons nommés. R. B.

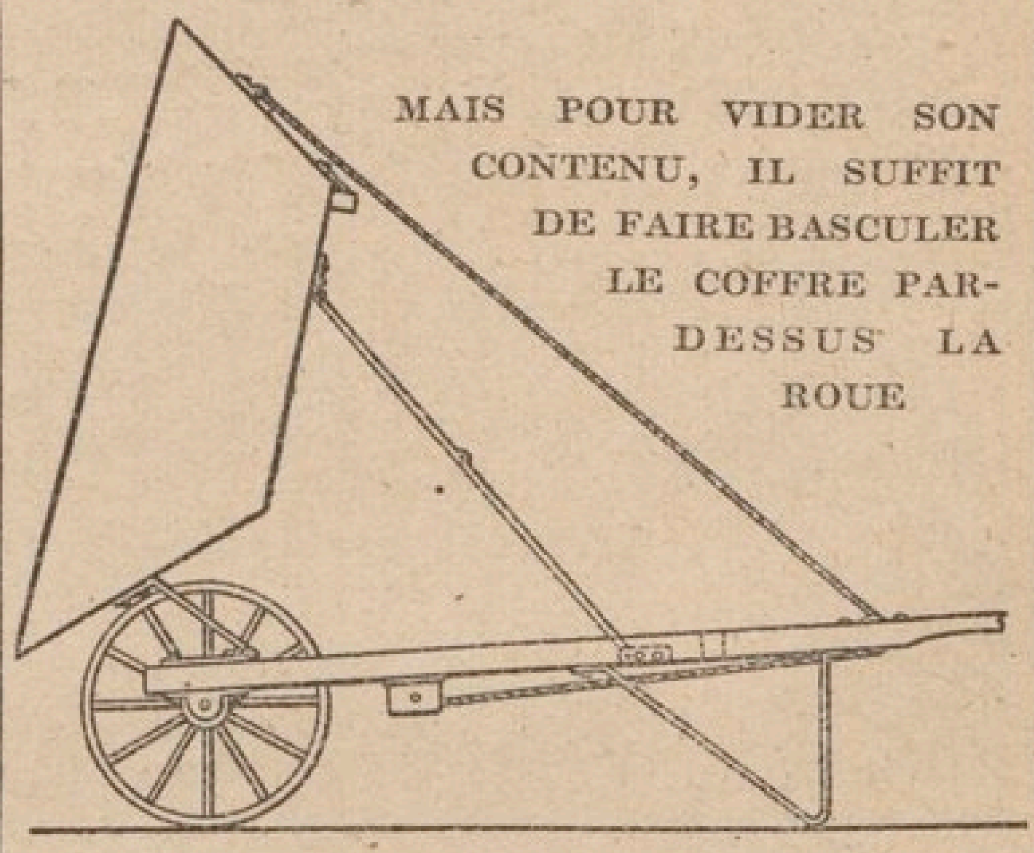
BROUETTE A BASCULE

pour les galeries de mines

CETTE brouette rendra de grands services là où les travaux sont exécutés dans des emplacements restreints, tels les galeries de mines. Elle est due à M. Peter Dick Iloe, des Etats-Unis. Point n'est besoin de description détaillée pour comprendre qu'en soulevant plus ou moins la brouette par les brancards, le poids de la charge contenue dans le coffre fait basculer celui-ci sur ses charnières, provoquant le déversement des matériaux en avant, par-dessus

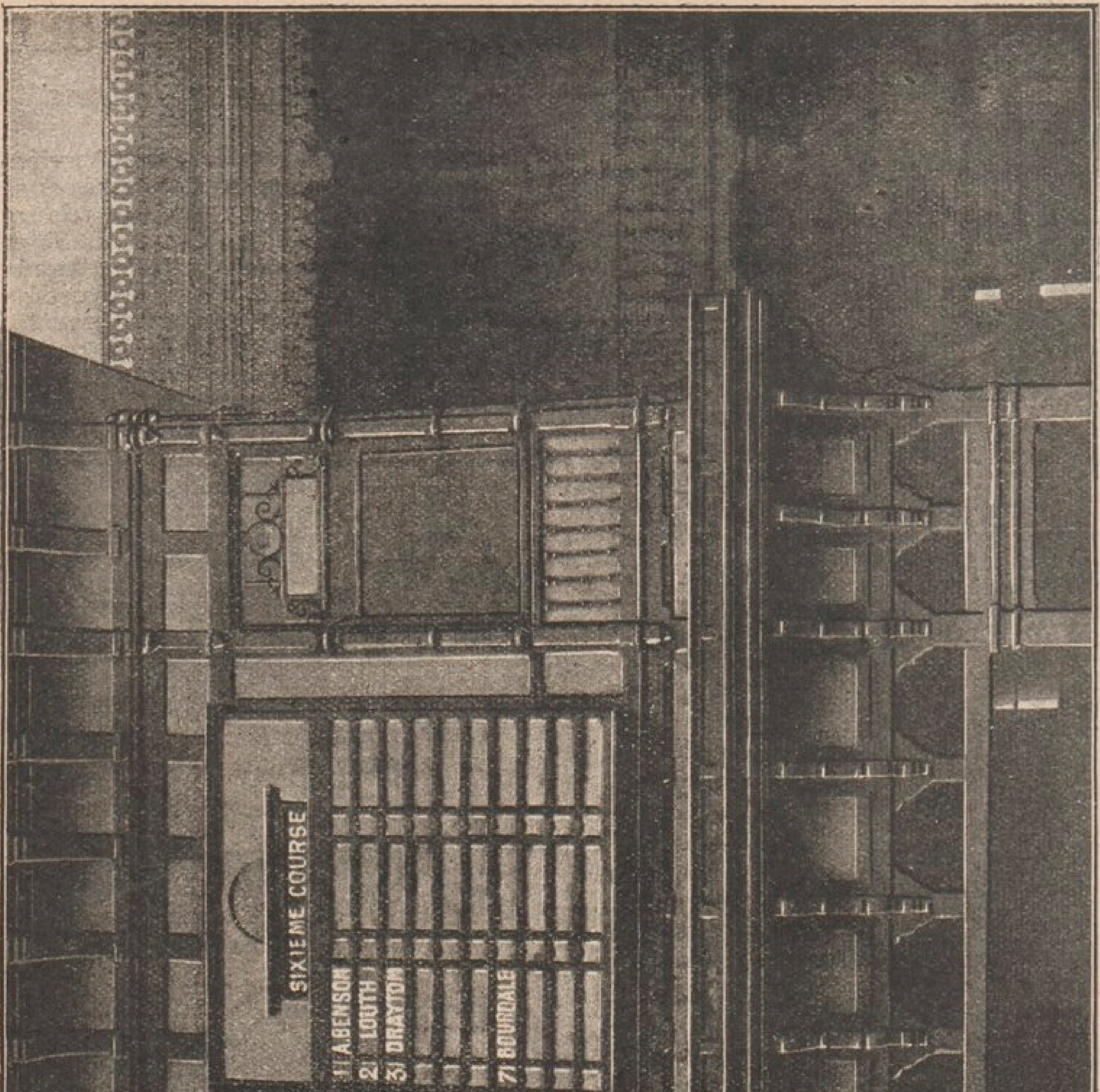


DANS LES CONDITIONS DE TRANSPORT, CETTE BROUETTE N'A RIEN DE SPÉCIAL



MAIS POUR VIDER SON CONTENU, IL SUFFIT DE FAIRE BASCULER LE COFFRE PAR-DESSUS LA ROUE

la roue. Du fait qu'il s'est allégé de sa charge, le coffre est alors rappelé automatiquement en arrière par l'action d'un ressort antagoniste relié au corps de la brouette au moyen d'un câble passant sur une poulie de renvoi. Ce ressort est monté à l'intérieur d'un tambour (contenu lui-même dans une boîte *ad hoc*) sur lequel est enroulé le câble. Ainsi, suivant que le coffre pivote sur ses charnières ou revient en position normale, le câble se déroule sans jamais prendre de mou. On remarquera que, lorsqu'il est dressé presque verticalement, le coffre est soutenu en dessous et vers ce qui semble être approximativement son centre de gravité, par une tige. Celle-ci est faite de deux parties articulées de manière à pouvoir se rabattre sous le coffre, quand celui-ci est revenu en position sur le châssis.



L'AFFICHAGE DES CHEVAUX PARTANTS SUR L'UN DES HIPPODROMES DES ENVIRONS DE PARIS

Les opérations du pari mutuel commencent dès cet affichage ; on sait que l'on ne peut jouer que sur les chevaux affichés avant la course.

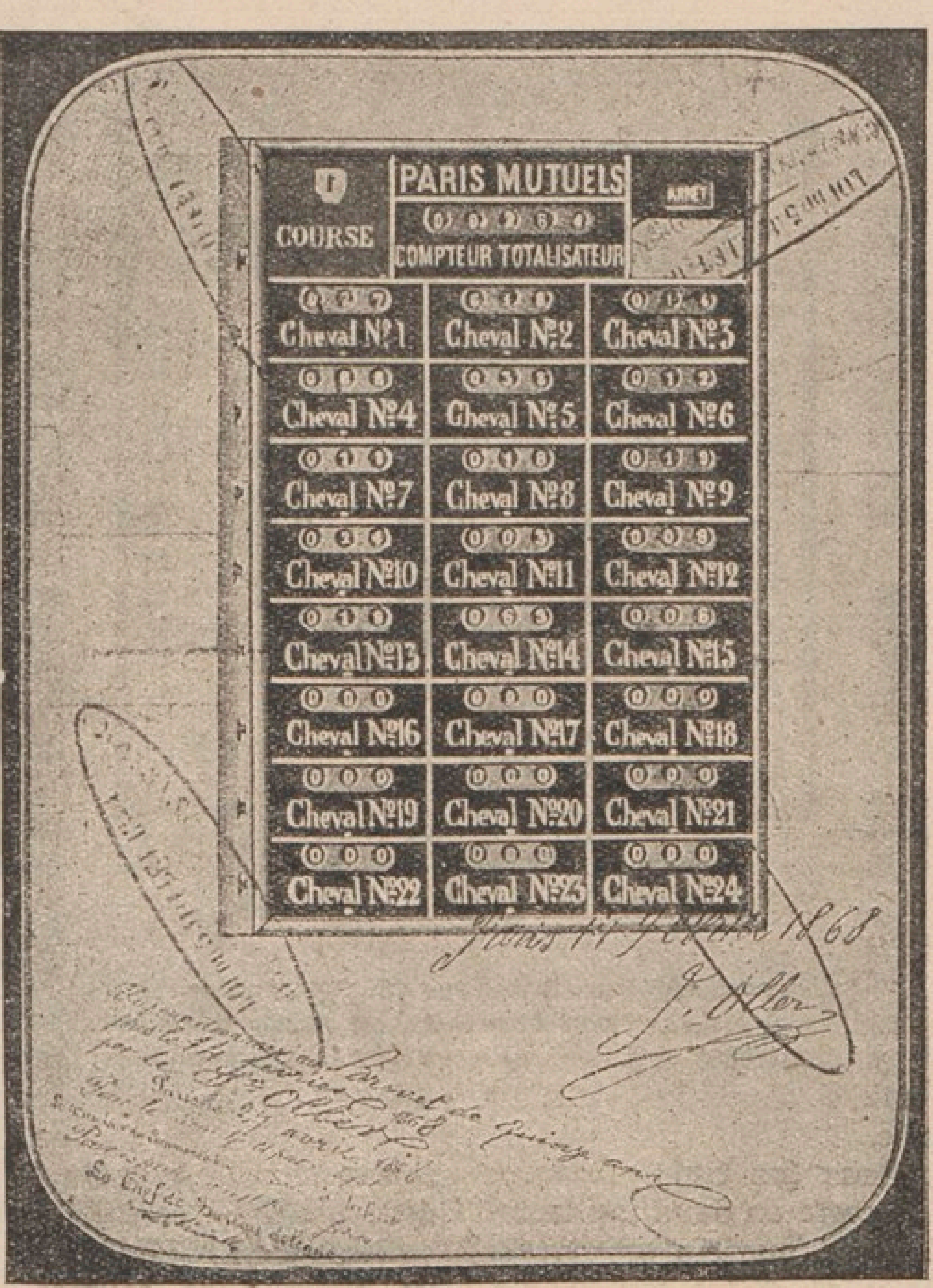
LES TOTALISATEURS MÉCANIQUES ET ÉLECTRO-MÉCANIQUES DU PARI MUTUEL AUX COURSES

Par Clément CASCIANI

La reprise tant attendue des courses de chevaux, et aussi des opérations du pari mutuel, qui en sont la conséquence nécessaire — car elles ne sauraient vivre sans le jeu qui les alimente — nous engage à dire ici quelques mots au sujet de cette sorte de pari, seul autorisé sur les champs de courses français depuis 1891. Il n'est pas nouveau, certes, car c'est vers la fin de l'Empire, c'est-à-dire il y a une cinquantaine d'années, que M. Joseph Oller l'inventa et en répandit l'usage. Il fut, d'ailleurs, accueilli, dès son apparition, avec une certaine faveur.

Son fonctionnement, au moins dans ses grandes lignes, est bien connu des habitués du turf. Nous le rappellerons aussi brièvement que possible pour les personnes n'ayant jamais franchi les barrières d'un hippodrome.

Chaque parieur met une ou plusieurs unités (de 5 francs, par exemple) sur le cheval qu'il lui convient de choisir comme gagnant. Il reçoit en échange autant de tickets que la somme qu'il a risquée représente d'unités. Ces tickets sont numérotés ; ils indiquent, en outre, la date de la réunion, le numéro d'ordre de la course, le numéro qui représente sur le programme officiel le cheval qu'on a joué.



LE PREMIER COMPTEUR-TOTALISATEUR OLLER

Cet appareil a été breveté en 1868.

Lorsque la course est terminée, toutes les mises sont additionnées. On opère d'abord le prélèvement sur la masse, lequel va être porté à 10 % (il était de 8 % avant la guerre, ainsi répartis : 2 % pour les œuvres de bienfaisance, 1 % pour primes destinées à encourager l'élevage, 1 % pour l'adduction d'eau potable dans les communes et 4 % pour indemniser les sociétés de courses de leurs frais, et le reste est partagé entre les parieurs qui ont choisi le cheval gagnant au prorata exact du nombre de tickets que chacun d'eux possède.

Outre le gagnant, on peut, au pari mutuel, parier sur le cheval *placé* 1, 2 ou 1, 2, 3 —

c'est-à-dire celui qui arrivera dans les deux ou trois premiers. Un cheval est *placé* derrière le vainqueur quand la course comprend quatre à sept concurrents, deux sont *placés* avec huit concurrents et au-dessus. Le cheval vainqueur est considéré comme *placé* — ce qui porte à deux (ou trois) le nombre des *placés* — et les parieurs qui l'ont pris *placé* gagnent leur pari.

Quand la course ne comprend pas plus de trois concurrents, les paris *placés* ne sont pas reçus, car on conçoit qu'aucun cheval ne peut être *placé*.

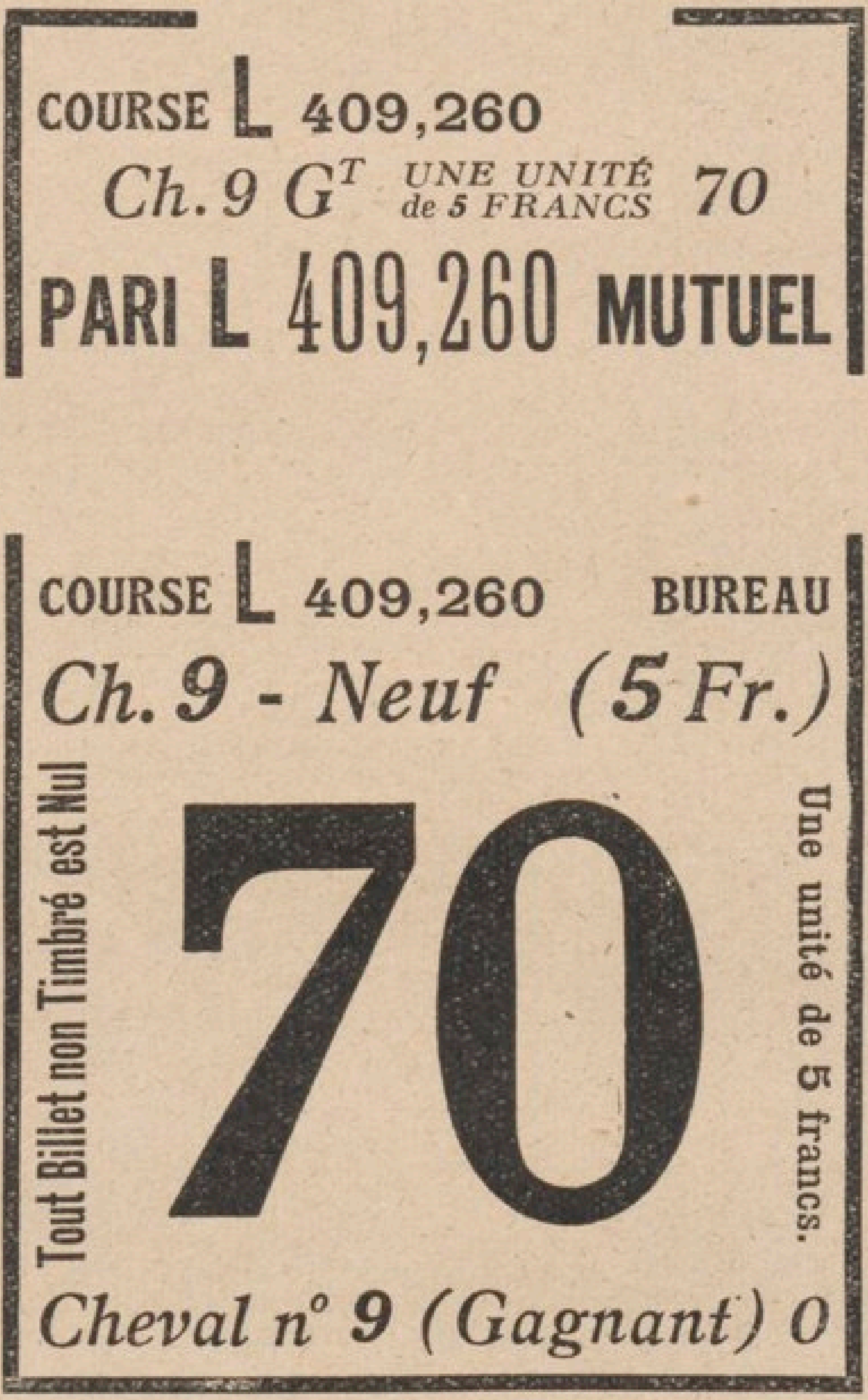
Même, si, dans une course dans laquelle quatre partants sont affichés, un incident ou un accident quelconque empêche l'un des chevaux d'y prendre part, les enjeux pour le cheval *placé* qui auraient été reçus sont aussitôt restitués aux parieurs.

Les chevaux *distancés* ne sauraient être ni vainqueurs ni *placés*, et les paris faits sur eux sont perdus pour les joueurs.

La répartition entre les gagnants se fait de la façon suivante :

Sur le total des sommes encaissées, et déduction faite du prélèvement de 10 %, on retire d'abord les mises de ceux qui ont gagné pour les leur rembourser ; on y ajoute ensuite une part de ce qui reste. Pour cela, s'il y a deux (ou trois) chevaux placés, on divise ce reste en deux (ou trois) parties, et chaque moitié (ou tiers) est divisée par le nombre des mises faites sur chacun des chevaux placés ; les deux (ou trois) quotients obtenus donnent la répartition à laquelle on ajoute le montant de la mise.

C'est là un calcul fort simple ne nécessitant que l'application des règles élémentaires de l'arithmétique, mais comme il doit être fait très rapidement, comme, de plus, il porte sur d'assez grosses sommes (plusieurs millions les jours des grands prix), on comprend qu'il est assez délicat. S'il y a une erreur, le public, qui contrôle les résultats à l'aide des chiffres qui sont affichés à la clôture des opérations, s'en apercevra et ses réclamations peuvent être fort onéreuses pour les sociétés de courses. Le fait, quoique rare, s'est cependant déjà produit. Aussi les calculateurs (appelés répartiteurs) sont-ils spécialement choisis et apportent-ils à leur travail le soin le plus méticuleux.


COURSE L 409,260
Ch. 9 G^T UNE UNITÉ de 5 FRANCS 70
PARI L 409,260 MUTUEL

COURSE L 409,260 BUREAU
Ch. 9 - Neuf (5 Fr.)
Tout Billet non Timbré est Nul
70
Une unité de 5 francs.
Cheval n° 9 (Gagnant) 0

FAC-SIMILÉ D'UN BILLET-COMPTEUR (OU TICKET) DU PARI MUTUEL, AVEC SES NUMÉROS ET ANNOTATIONS

Les inscriptions en italique qui figurent sur cette reproduction sont imprimées en rouge par une machine spéciale, afin qu'elles sautent mieux aux yeux du parieur.

Avant d'engager son argent sur un cheval au pari mutuel il est intéressant de se rendre compte de la cote à laquelle il ressort pour le moment. Pour cela, il suffit d'inspecter un instant le tableau sur lequel sont affichées, à chaque moment, les mises portées sur chacun des chevaux. Supposons que le total de ces mises soit 49 et que les mises portées sur le cheval de son choix se trouvent au nombre de 14. En effectuant son propre pari, une unité se trouve ajoutée à ce dernier nombre — soit 15. Le total se trouve porté à 50. Le prélèvement (à 10 %) représente 5 unités qu'il faut déduire du total. Reste 45 qui, divisés par 15, donnent 3 — nombre d'unités attribuées à chaque ticket gagnant, y compris la mise. Le gain étant de 2, la cote ressort dont à 2/1 — ce qu'il fallait démontrer.

Quand, en 1867, M. Joseph Oller lança sur les champs de courses son pari mutuel, dérivé du système des « poules », qu'il avait pendant quelque temps mis en pratique, il comprit qu'il n'arriverait à intéresser les parieurs qu'en informant ceux-ci, à tous moments, du nombre des mises engagées sur chacun des chevaux de la course, afin qu'ils pussent se rendre compte, au moins approximativement, de leurs cotes respectives, c'est-

à-dire de la somme que les *gagnants* ou les *placés* étaient susceptibles de rapporter.

Il eut alors l'idée d'utiliser, dans ce but, les compteurs mécaniques totalisateurs, qui se composent d'une série de rouages, analogues à ceux d'une montre, faisant mouvoir des aiguilles sur des cadrans gradués. Une tige actionne un cliquet qui fait sauter à chaque tour une dent d'une roue à rochet montée sur un des axes du compteur. Par la répétition de roues, disposées sur des axes parallèles, divisées en dizaines et tournant d'une dent pour un tour de la roue voisine, n'agissant sur elle que par une seule dent, on fait paraître sur un cadran les unités, dizaines, centaines... du nombre de tours.

Il se fit délivrer pour ce fait, en 1868, un brevet d'invention (nous donnons page 147 le fac-similé de la photographie de son compteur-totalisateur qui l'accompagne).

Les vieux sportsmen se rappellent assurément ces compteurs-totalisateurs installés au sommet des *mails* ou omnibus que M. Oller amenait sur les hippodromes. Ils comprenaient trois tableaux contenant chacun vingt-quatre compteurs, portant un numéro d'ordre correspondant à celui des chevaux engagés. Deux employés par voiture suffisaient pour recueillir les paris : l'un distribuait les tickets, l'autre actionnait le compteur correspondant au cheval demandé, de sorte que le total des mises engagées sur chaque cheval partant se trouvait fait mécaniquement de façon continue.

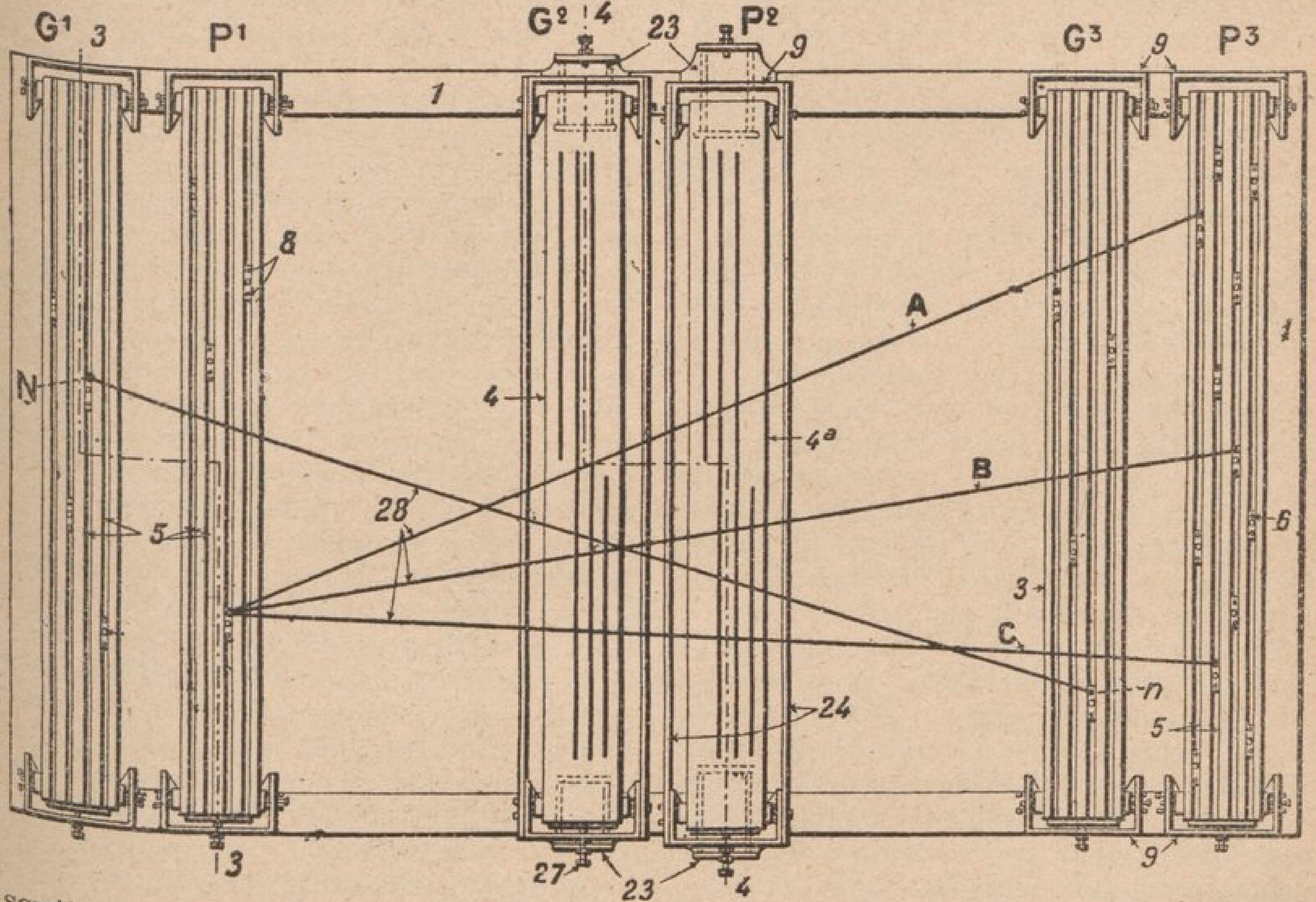


SCHÉMA DE LA RÈGLE A CALCUL DE M. HENRY OLLER POUR L'OBTENTION RAPIDE DES CHIFFRES DE RÉPARTITION DES GAINS DU PARI MUTUEL

1, *cadre ;* G1 G2 G3 *et* 4, *règles et panneau constituant le dispositif à calculer les répartitions aux gagnants ;* P1 P2 P3, *règles et panneaux pour les chevaux placés ;* 3, *rainures ;* 6, *curseurs ;* 7, *vis de pression ;* 8, *boutons ;* 9, *pièce de fonte en forme de boîte ;* 23, *guides sur lesquels peuvent se déplacer les supports (ou boîtes* 9*) des panneaux* 4 *et* 4a ; 24, *montants latéraux en fer reliant les supports* 9 ; 27, *vis de butée limitant le jeu des panneaux ;* 28, *fil de caoutchouc (avec partie médiane en crin) reliant entre eux les curseurs des règles (la partie médiane, en intersection avec le panneau correspondant, indique le nombre cherché) ;* A, B, C, *fils pour la répartition aux placés (leur milieu donne, sur le panneau* 4a, *les nombres cherchés). Les règles et panneaux pour les placés ne se trouvent pas dans le même plan que ceux pour les gagnants, ce qui évite tout contact entre les fils des deux dispositifs.*

Le succès, nous l'avons dit plus haut, fut vif et rapide. Il fut même tel que l'administration s'en émut et intenta des poursuites contre l'industriel pour tenue illicite de jeux de hasard. Il fut acquitté par les tribunaux qui déclarèrent que les paris

aux courses n'étaient pas un jeu de hasard.

Il put alors opérer en grand, amenant sur les pelouses un véritable train de mail-coaches, que des passerelles reliaient entre eux. Il donna aussi à jouer chez lui, dans l'agence qu'il installa dans une salle du boulevard des Italiens, là où s'éleva plus tard le théâtre des Nouveautés. Il dut, il est vrai, compter avec de nombreux concurrents. Cela dura jusqu'en 1874, où les tribunaux décrétèrent cette fois, contrairement à leur première décision, que le pari mutuel était bien un jeu de hasard et qu'il devait être supprimé — ainsi d'ailleurs que le pari au livre. Il dut alors disparaître des hippodromes.

Le diable, il est vrai, n'y perdit rien, car le pari au livre, quoique condamné, lui aussi, n'en continua pas moins à vivre de sa belle vie, et les bookmakers, tolérés, pullulèrent littéralement sur les champs de courses.

Il en fut ainsi pendant douze années, jusqu'en 1887 où, à la suite d'incidents qu'il est inutile de rappeler, une circulaire de M. Goblet décréta leur suppression absolue. Elle fut appliquée avec rigueur, et, désormais, on ne joua plus sur les hippodromes, qui devinrent alors à peu près déserts.

Les sociétés de courses, menacées dans leur existence, demandèrent alors le rétablissement du pari mutuel, et l'autorité se laissa fléchir. On vit celui-ci réapparaître, un peu timidement installé dans des baraques Collet, avec un tableau rudimentaire où les paris s'écrivaient à la main, comme les tickets remis aux parieurs.

M. Joseph Oller réapparut, lui aussi. Inlassable, il se remit au travail. Comme on reprochait à son totalisateur certains défauts, dont se plaignait le public, son esprit inventif créa un système nouveau, qui devait être la solution élégante du problème ; ce fut le système des billets-compteurs.

Mis à l'essai pendant une année, il fournit une centaine de millions de recettes. Ce succès décida le Parlement, édifié par le fonctionnement parfaitement correct du pari mutuel organisé et contrôlé, à voter une loi autorisant les sociétés de courses à le faire fonctionner sous leur surveillance.

Ce billet-compteur, triomphe de M. Oller, quel sportsman ne le connaît pas ! Qui ne l'a caressé de ses doigts frémissant d'impatience et d'espoir, dans l'attente d'une faveur de la fortune ! Qui, la course une fois perdue, ne l'a chiffonné de sa main crispée et rejeté avec dépit ? Nous en donnons un fac-similé légèrement réduit à la page 148.

Le gros chiffre qui domine est son numéro d'ordre dans la liasse de 100 dont il fait partie. Il renseigne donc le parieur sur le nombre de paris faits avant lui, dans le bureau d'où il émane, sur le cheval dont il porte, en rouge, le numéro répété trois fois : en haut, au milieu et en bas, avec la mention *gagnant* ou *placé*, suivant le cas. En haut et en noir se trouve le numéro de référence ou de série, combinaison de plusieurs chiffres variant à l'infini, et qui permettra de retrouver, en cas de besoin, la date à laquelle fut délivré le ticket et la course à laquelle il se rapporte. Il est également répété trois fois : en haut sur la souche, un peu plus bas et en chiffres un peu plus gros, sur une ligne qui sera déchirée ou coupée au guichet de distribution, puis au milieu de la partie remise au parieur. Le gros numéro d'ordre est également répété en rouge sur la souche. De plus, un coup de timbre perforant est donné par un employé, au composteur, au moment de sa délivrance. Toutes les précautions possibles contre la fraude et l'erreur sont donc prises aussi bien dans l'intérêt des joueurs que dans celui des sociétés de courses. Enfin, la couleur de ces tickets varie suivant la course à laquelle ils se rapportent et s'ils concernent des chevaux pris gagnants ou placés, soit en tout douze couleurs différentes (six courses par réunion).

La machine à imprimer les tickets est une petite rotative très perfectionnée. La bande de papier sans fin, bien tendue par un mécanisme spécial, est animée, par la double rotation d'un tambour recouvert de cuir et d'un cylindre cannelé sur la table d'impression.

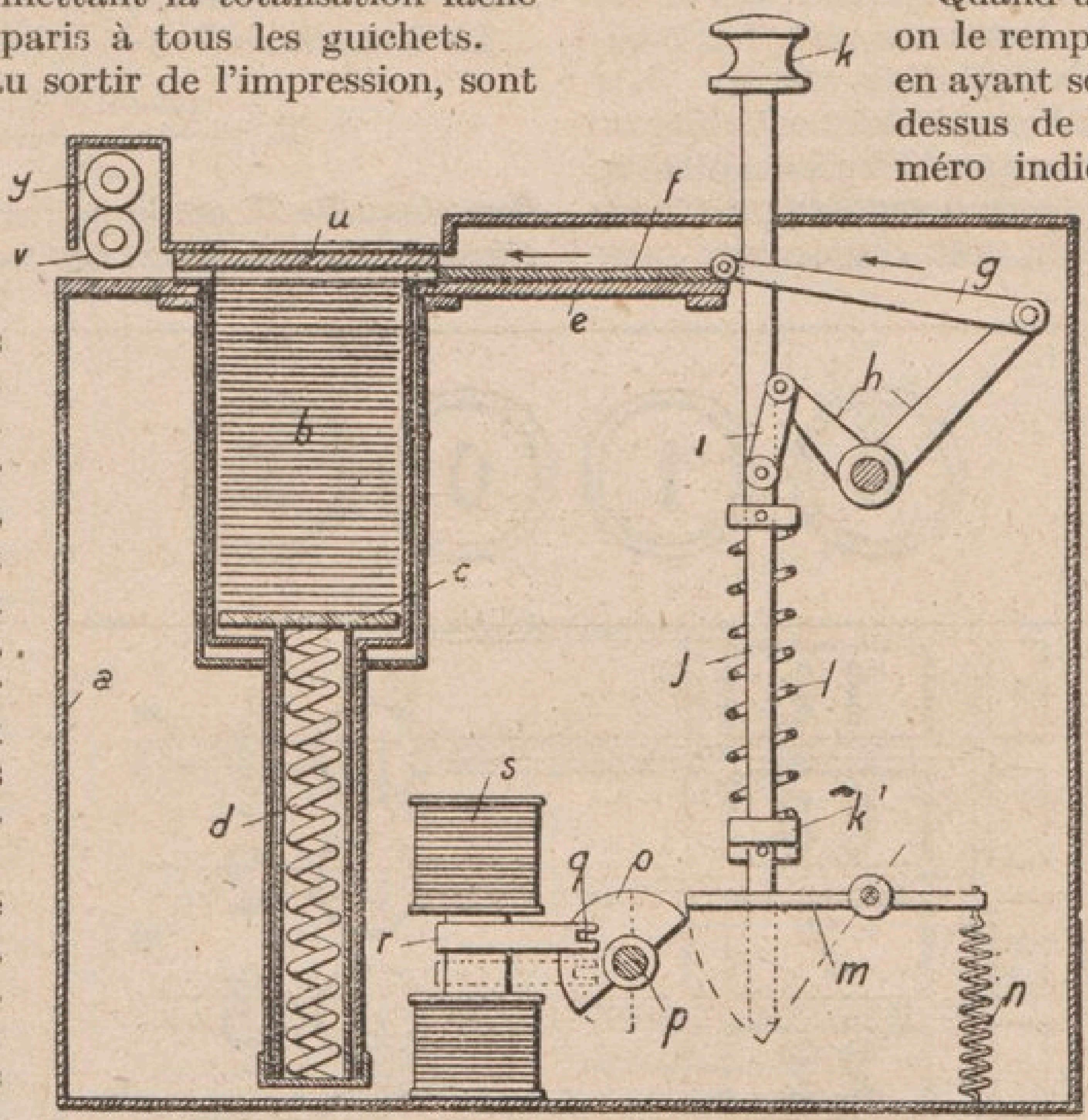
Au-dessus de la table sont disposés, prêts à agir dans l'ordre d'énumération : 1° une forme imprimant en rouge les lettres CH. et le numéro du cheval ; 2° une autre forme imprimant, d'un coup, toutes les indications noires du ticket, à l'exception des chiffres ; 3° un système de deux petites roues montées sur un même axe et portant chacune les chiffres 0 à 9, pour imprimer en rouge le numéro du ticket dans l'angle droit, en haut, sur la portion formant souche ; 4° enfin un système de deux roues parallèles, mais bien plus grandes qui donneront le même numéro en très gros caractères au centre du ticket. Dans ces deux derniers systèmes, la roue des unités est disposée de façon à avancer d'un cran à chaque impression ; au dixième, sa rotation complète achevée, elle entraîne d'une division la roue des dizaines. On peut donc numéroter ainsi, très rapidement, un cent de ticket depuis 00 jusqu'à 99.

Les tickets à 10 francs représentant deux unités à 5 francs, ne sont numérotés, grâce à un dispositif spécial, que de 2 en 2 : 02, 04, 06, etc. Pour les tickets de 50 francs, le numé-

rotage est de 00, 10, 20, etc. Pour les tickets de 500 francs, le numérotage porte 00, 100, 200, etc. L'appareil spécial à numéroter doit alors nécessairement porter une troisième roue imprimeuse sur son axe.

Cette grande simplicité fait l'excellence du système en permettant la totalisation facile et rapide des paris à tous les guichets.

Les billets, au sortir de l'impression, sont coupés au passage par un couteau, et ils tombent sur une roue à augets de toile métallique si bien repérés l'un sur l'autre, tant la machine est précise, qu'on n'a plus qu'à les enlever pour les porter au brochage, où ils sont piqués ensemble.



DISTRIBUTEUR-TOTALISATEUR DE M. SEIDLINGER

a, *grande caisse ;* b, *caisse plus petite contenant les tickets ;* c, *fond mobile ;* d, *ressort antagoniste ;* e, *tablette ;* f, *poussoir ;* g, *bielle ;* h, *levier à deux branches ;* i, *biellette ;* j, *tige d'un bouton-poussoir* k ; k¹, *guide de la tige* j¹ ; l, *ressort antagoniste ;* m, *levier à bascule ;* n, *ressort antagoniste de ce levier ;* o, *secteur ;* p, *axe du secteur ;* q, *bouton du secteur engagé dans la fourche d'une pièce* r, *fixée sur le noyau d'un électro-aimant* s ; u, *ouverture dans le couvercle de la boîte* b *pour livrer passage au ticket chassé au dehors par le poussoir ;* v, *rouleau imprimeur ;* y, *rouleau encreur.*

La veille de chaque réunion, après que la liste des chevaux partants a été communiquée à l'imprimerie, on range dans des boîtes en bois, bien cadenassées et parfois même plombées par les agents des sociétés, une quantité convenable de ces carnets de billets, *gagnants* et *placés*, correspondant au nombre de chevaux inscrits au programme. Il doit y en avoir un nombre double du nombre desdits chevaux. Le matin de la course, ces boîtes partent pour l'hippodrome, entassées dans de grandes voitures, avec les feuilles de comptabilité, les sacoches des employés des guichets, les matrices perforeuses des composteurs, etc. Quatre millions de billets sont ainsi emportés, dans plus de cinq cents boîtes, les jours de grandes épreuves, sur lesquels un dixième seulement est utilisé. Mais la précaution est sage.

Ces blocs ou carnets sont fixés à l'aide d'une forte pince, sur les divers tableaux installés devant les baraquements du pari mutuel. Ils doivent être assez convenablement repérés pour que, lorsqu'on arrache un billet pour le remettre au parieur, ladite pince puisse le couper exactement au milieu du numéro de référence, en gardant la souche.

Quand un bloc est épuisé, on le remplace par un autre en ayant soin de mettre au-dessus de la pince un numéro indiquant que c'est un deuxième bloc qui est en distribution ; d'ailleurs, la souche du premier bloc, qui reste apparente, renseigne suffisamment les joueurs sur ce point spécial.

Un temps avant la course, les chevaux partants, avec leur numéro d'ordre et le nom des jockeys qui les montent, sont affichés sur des tableaux placés dans les endroits les plus apparents du champ de course, et c'est sur ceux-là seulement que l'on peut engager des paris. Les parieurs se portent alors devant les nombreux guichets, et, souvent, l'affluence est telle qu'ils doivent faire la « queue », pour attendre leur tour d'être servis, entre des barrières de bois qui, non sans peine, les canalisent — « dans les brancards, » comme ils disent ironiquement.

En échange de son argent, chacun d'eux reçoit le ticket de son choix, oblitéré, par perforation, à l'aide d'un composteur dont la matrice est changée après chaque course.

Dès que les chevaux sont partis, des grillages à fermeture automatique couvrent les tableaux et interdisent d'une façon absolue tout prélèvement de tickets ; ils permettent, néanmoins, de se rendre compte du nombre

des enjeux, lequel est d'ailleurs affiché sur une liste devant chaque bureau.

La course terminée, les répartiteurs font leurs calculs, ce qui leur demande cinq à six minutes ; mais, malgré leur habileté, malgré le soin qu'ils apportent à ce travail important, il n'est pas impossible qu'une erreur se produise. *Errare humanum est.* Le meilleur moyen de vérification est de faire effectuer les opérations par deux calculateurs différents et par des procédés dissemblables.

On a essayé à diverses reprises, soit pour effectuer les calculs, soit simplement pour contrôler les résultats, d'employer des systèmes automatiques. Les machines à calculer n'ont pas rendu de bons services, par suite de la complexité des opérations, notamment pour les placés ; il en a été de même des règles à calcul ordinaires et des tracés graphiques, ceux-ci, trop longs à être établis. Un barème pourrait être utilisé, mais pour en établir un relatif aux seuls gagnants, il faudrait le travail de deux calculateurs pendant un an, et il formerait une quinzaine de volumes in-folios de douze à quinze cents pages chacun.

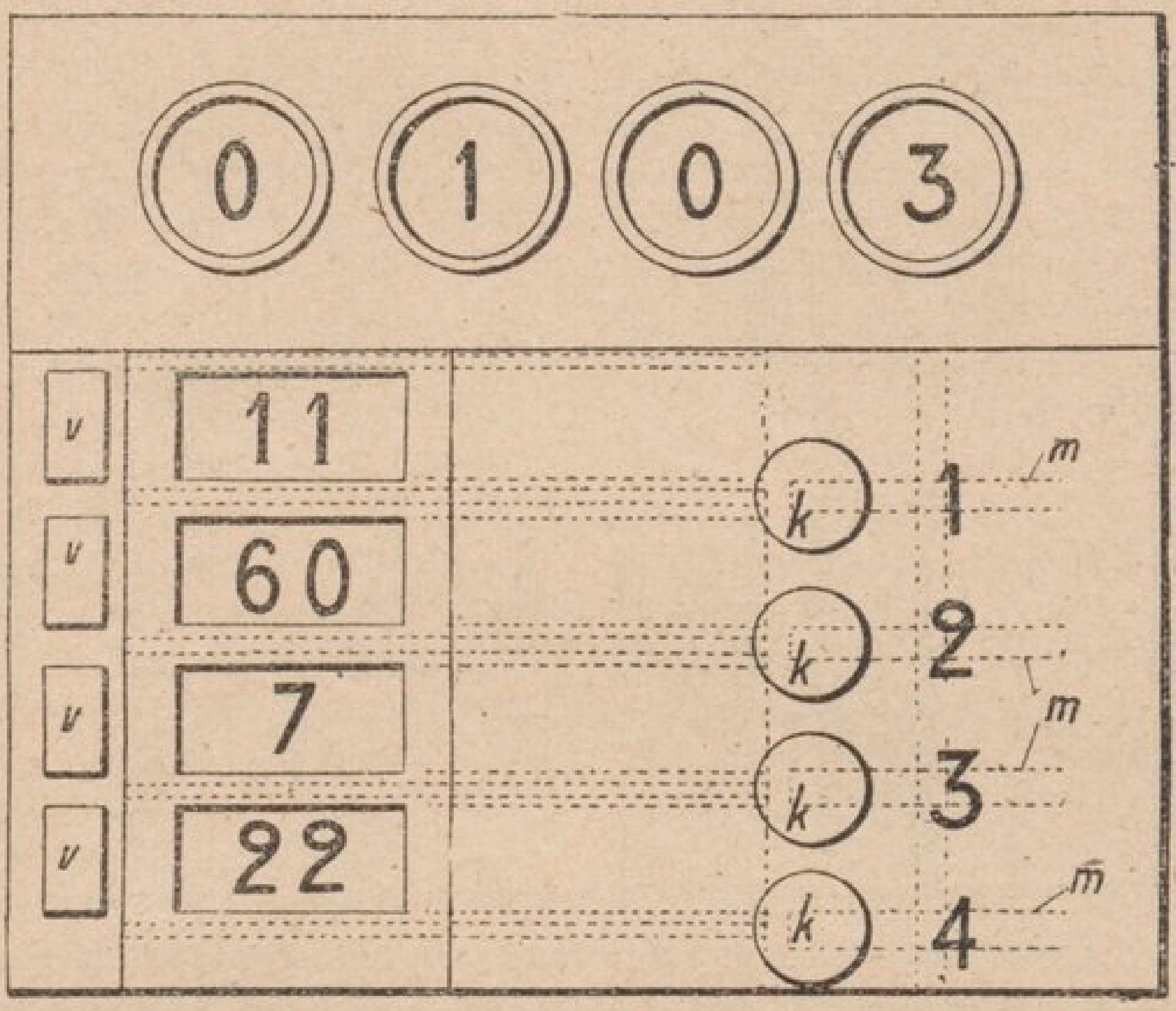
Cependant M. Henry Oller, ingénieur des Arts et Manufactures, neveu de l'inventeur du pari mutuel, qui a étudié de près la question, est arrivé à un résultat intéressant et pratique par l'emploi de ces tables graphiques, ou abaques, qui, depuis un certain temps, se sont généralisées dans différentes branches de la science et de l'industrie.

Il est parti de ce principe que les opérations du pari mutuel aux courses de chevaux donnent lieu à des calculs qui sont l'application répétée d'une même formule algébrique. Pour l'obtention immédiate et précise des résultats cherchés, il a matérialisé avec des règles à coulisses graduées et un fil élastique, un monogramme à points alignés, lequel se compose, en principe, de deux échelles logarithmiques de même module, parallèles et inverses, et d'une troisième échelle logarithmique de module moitié moindre, parallèle aux deux premières et à équidistance de chacune d'elles. Un fil tendu transversalement donnera la solution cherchée pour chaque cas.

La formule de la répartition est celle-ci :

$$R = \frac{(1-K)\ N\ U}{n}$$

dans laquelle K est le pourcentage de commission, N, le nombre des mises totales, U, l'unité en francs de la mise, *n*, le nombre de mises sur le cheval arrivé premier.



L'APPAREIL SEIDLINGER VUE EN DESSUS

On distingue les quatre boutons de manœuvre k, *pouvant servir à la distribution de quatre séries différentes de tickets. —* m, *levier à bascule ;* v, *rouleau imprimeur. En haut, les chiffres du totalisateur.*

L'appareil se compose de deux jeux de très grandes règles graduées, l'un G^1 G^2 G^3, pour la répartition aux gagnants, l'autre, P^1 P^2 P^3, pour la répartition aux placés (figure à la page 149).

Pour effectuer une opération, il suffit (pour les gagnants) de placer le curseur de la règle de gauche en face de la division N (nombre des mises totales) et celui de la règle de droite, en face de la division *n* (nombre de mises sur le gagnant). Un fil élastique, portant un crin en son milieu, est tendu entre les deux curseurs : il croise l'échelle du milieu en un point où on lit le chiffre très exact de la répartition.

Afin d'obtenir une approximation plus grande, les échelles de gauche et de droite sont fractionnées chacune en quatre échelles permettant de traiter des opérations de 1 mise à 100.000 mises avec la même précision et aussi la même rapidité.

Un second jeu de règles, analogue au premier, permet le calcul des répartitions aux placés : on part de la règle P_1, au point où se lit la somme à partager, avec trois fils A B C dont les extrémités aboutissent sur la règle P_3, où se lisent les nombres des mises

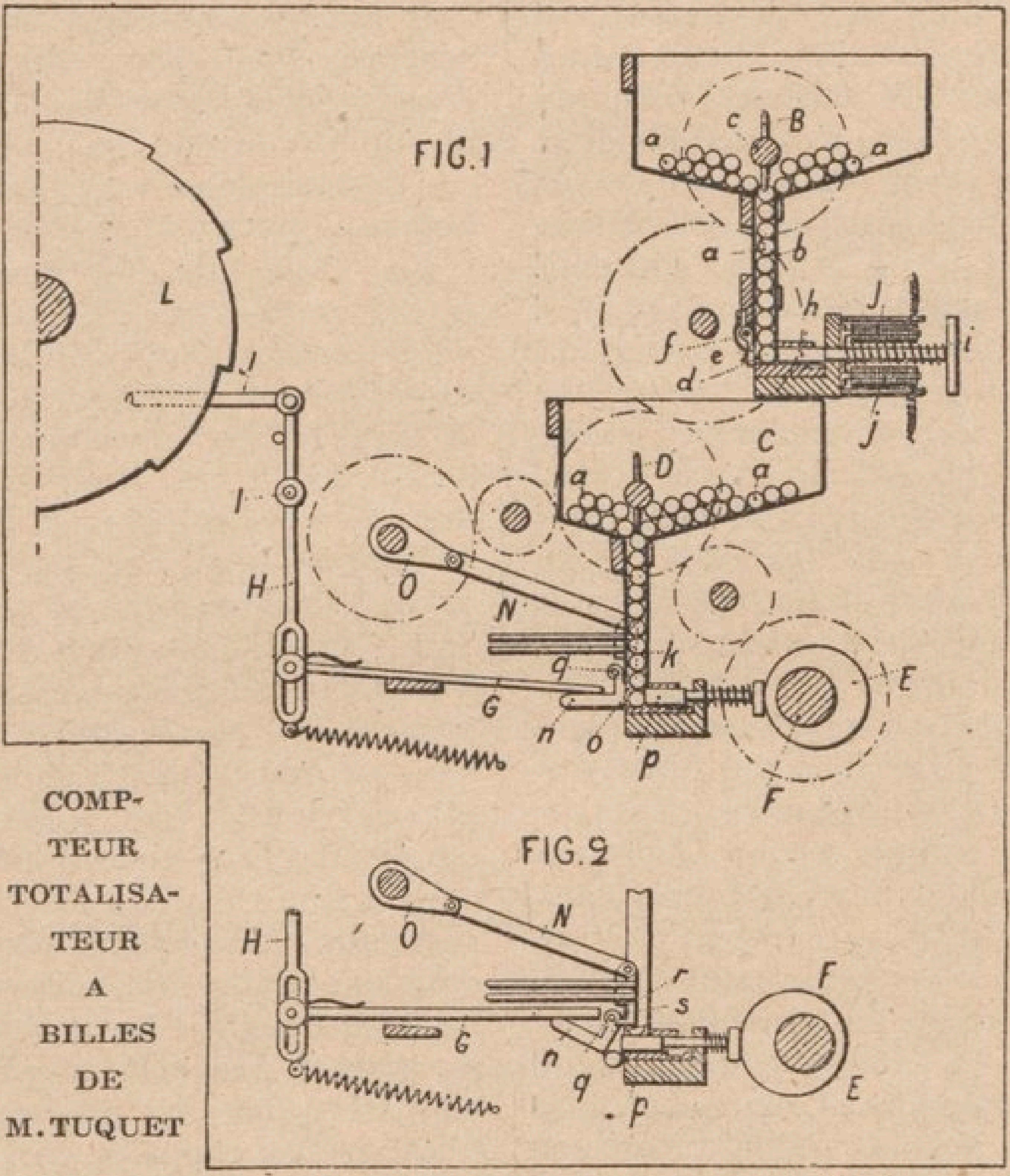
sur chaque cheval ; on lit la répartition aux endroits où le fil rencontre la règle P_2.

L'appareil est monté sur socle à roulettes, et les fils sont constitués par des cordons de caoutchouc qui tendent un crin ou une fibre de cocon de ver à soie à l'endroit où doit se faire la lecture. Il tient compte, bien entendu, des déductions à faire en raison du prélèvement de 8 ou 10 % à opérer sur les mises totales.

Il fut mis en expérience, avant la guerre, sur le champ de courses d'Auteuil. Dès que les répartiteurs avaient terminé leurs calculs, on les comparait aux résultats lus sur les règles, et les uns et les autres furent toujours en concordance parfaite. Il n'est destiné, d'ailleurs, qu'à servir de contrôle rapide pour éviter les erreurs.

Le compteur-totalisateur de M. Joseph Oller et l'intéressante règle à calcul de son neveu ne sont pas les seuls appareils créés pour totaliser l'ensemble de toutes les opérations effectuées dans les différents bureaux du « mutuel », car c'est un total général qu'il est surtout important de connaître et de pouvoir afficher à tous les instants pendant la distribution des tickets, afin que le parieur soit exactement et utilement renseigné. Divers inventeurs ont imaginé, dans ce but, des machines automatiques et électro-mécaniques présentant un certain intérêt et que nous allons rapidement passer en revue.

L'appareil inventé par M. Seidlinger est assez simple, et son fonctionnement s'explique de lui-même par la seule inspection des dessins que nous en donnons (pages 151 et 152).



COMPTEUR TOTALISATEUR A BILLES DE M. TUQUET

Fig. 1 : *vue en élévation et en coupe ;* fig. 2 : *vue de détail de l'organe inférieur après son fonctionnement.* — a, *billes ;* B, *moulins ;* b, *couloirs verticaux ;* c, *arbre des moulins ;* d, *cavité ;* e, *paroi mobile fermant la cavité à gauche et pivotant autour d'un axe ;* f, h, *piston à ressort ;* i, *armature d'un électro ;* j, *bobines ;* C, *réservoir ;* D, *moulin du réservoir* C ; k, *couloir vertical ;* o, *cavité ;* n, *plaque mobile pivotant sur l'axe* q, *fermant la cavité à gauche ;* p, *piston à ressort fermant la cavité à droite ;* E, *excentrique sur l'arbre* F ; G, *tige qui est relevée quand la plaque* n *pivote sur son axe ;* H, *grande branche d'un levier pivotant sur l'axe* I ; J, *bielle ;* L, *rochet commandant la roue des dizaines du compteur.*

Il se compose d'une caisse rectangulaire dans l'intérieur de laquelle est disposée convenablement une série de boîtes dans chacune desquelles sont entassés les uns sur les autres les tickets (en carton) à distribuer. Il doit y avoir une de ces boîtes pour chaque sorte de ticket : ainsi, chaque cheval d'une course pouvant être joué gagnant ou placé, il est nécessaire qu'il y ait deux boîtes par cheval. Elles comportent un fond mobile soumis à la pression d'un ressort antagoniste qui tend constamment à le soulever avec les tickets qu'il supporte.

Une tige (pour chaque boîte), terminée par un bouton, traverse la paroi supérieure du coffre et est articulée par une bielle, un levier coudé et une biellette à un poussoir qui peut se déplacer librement et horizontalement sur une tablette placée au niveau du sommet des boîtes contenant les tickets. Cette tige est convenablement guidée et soumise à l'action d'un ressort antagoniste qui tend constamment à la relever. De plus, elle repose, par son extrémité inférieure, sur le bout d'un levier ou bascule relié par son autre bout à un ressort à boudin attaché au fond du coffre.

A proximité de ce levier-bascule est disposé un secteur monté fou sur un axe et muni d'un bouton ou goupille légèrement

engagé dans la fourche d'une pièce fixée sur le noyau en fer doux d'un électro-aimant.

Il y a naturellement dans le coffre autant de mécanismes semblables à celui décrit que de boîtes contenant des tickets. La figure page 152 montre la face avant d'un appareil ayant quatre boutons de manœuvre et pouvant servir, par conséquent, à la distribution de quatre séries différentes de tickets.

Lorsqu'on appuie sur l'un des boutons de manœuvre des tiges faisant saillie au-dessus du coffre, on fait basculer le levier coudé, et la bielle prend un mouvement de translation de droite à gauche qu'elle transmet au poussoir. L'un des tickets contenus dans la boîte se trouve toujours engagé dans l'ouverture de sortie du couvercle correspondant au niveau du poussoir : il se trouve donc poussé dans cette ouverture et chassé hors de la boîte. Il passe, avant sa sortie, sur un rouleau imprimeur disposé au-dessous d'un rouleau encreur avec lequel il est en contact, et il reçoit ainsi, avant d'être remis au parieur, une marque nettement distinctive, un numéro d'ordre, par exemple.

Cependant, la tige, en s'abaissant, a également déprimé le levier-bascule placé au-dessous d'elle, lequel a rencontré le secteur en le faisant tourner d'un certain angle, car le courant électrique ne passe pas alors dans l'électro-aimant, et ledit secteur peut tourner librement sur son axe, ce qui a pour résultat de faire fonctionner, par l'intermédiaire d'organes appropriés, un compteur-totalisateur ordinaire, dont les cadrans marquent une unité de plus chaque fois qu'un ticket est extrait de l'orifice de sortie de la boîte.

Quand la distribution des tickets doit être arrêtée (après le commencement de la course), on envoie le courant dans l'électro-aimant dont le noyau de fer doux se soulève en entraînant avec lui la fourche et en faisant ainsi basculer le secteur qui vient alors bloquer l'extrémité correspondante de la bascule, laquelle, ne pouvant plus se déplacer, s'oppose au mouvement de descente de la tige et de son bouton de manœuvre. Aucun billet, dès lors, ne peut plus être extrait de la boîte,

Les compteurs-totalisateurs décrits ci-après sont un peu plus compliqués, mais donnent des résultats plus complets.

L'appareil construit et breveté par M. Tuquet permet de totaliser automatiquement au bureau central toutes les mises au moyen de courants électriques qui sont envoyés par les différents bureaux, au fur et à mesure que les tickets sont délivrés aux parieurs.

L'idée sur laquelle repose son fonctionnement consiste à se servir de billes comme intermédiaires pour établir la connexion entre un organe actionné continuellement et l'organe qui sert à faire avancer d'une division un des disques du totalisateur.

A la réception des courants électriques provenant des différents bureaux, les billes qui correspondent, par exemple, aux unités des mises, soit 5 francs, tombent d'un réservoir dans un autre, d'où elles s'échappent successivement pour effectuer leur fonction d'intermédiaire dans la commande du disque des unités, ou dans la manœuvre du disque des dizaines, lorsque ce sont des billes correspondant aux dizaines de mises, soit 50 francs.

Les dispositifs qui effectuent la totalisation des unités et des dizaines étant de tous points semblables, à l'exception du mécanisme qui fait avancer les disques des unités et des dizaines, nous nous bornerons ici à décrire les dispositifs servant à la totalisation des mises de 50 francs et de 100 francs (voir les figures de la page précédente).

Un récipient, situé en haut de l'appareil dans lequel sont entassées des billes, porte à sa partie inférieure des couloirs verticaux disposés les uns à côté des autres et dans lesquels descendent lesdites billes : le remplissage de ces couloirs étant assuré par des moulins montés sur un même arbre et tournant à l'intérieur du réservoir. Ces couloirs verticaux débouchent chacun par le bas dans une petite cavité laissant juste la place nécessaire pour le passage d'une bille et qui est fermée à gauche par une paroi mobile constituée par une plaque pivotant autour d'un axe et rappelée par un ressort.

En regard de la plaque, se trouve un piston à ressort dont la face ferme la paroi de droite de la cavité. Ledit piston se prolonge par une tige en fer doux portant l'armature d'un électro-aimant, laquelle est attirée par deux bobines dudit électro. Il y a autant de couloirs verticaux, et, par conséquent, autant d'électro-aimants que de bureaux délivrant des tickets de 50 francs. Dans le cas des mises de 100 francs, qui sont du double, les couloirs sont associés deux à deux, c'est-à-dire qu'il n'y a qu'un seul électro qui déplace simultanément les deux pistons formant les cavités situées au bas des couloirs.

Sous l'action des courants venant des bureaux à 50 francs et à 100 francs aux électros correspondants, les armatures des électros et les pistons qui en sont solidaires se déplacent vers la gauche. Les pistons en question refoulent les billes logées dans la cavité ; ces dernières soulèvent alors la plaque qui ferme ladite cavité sur la gauche, et elles tombent dans un deuxième réservoir collecteur.

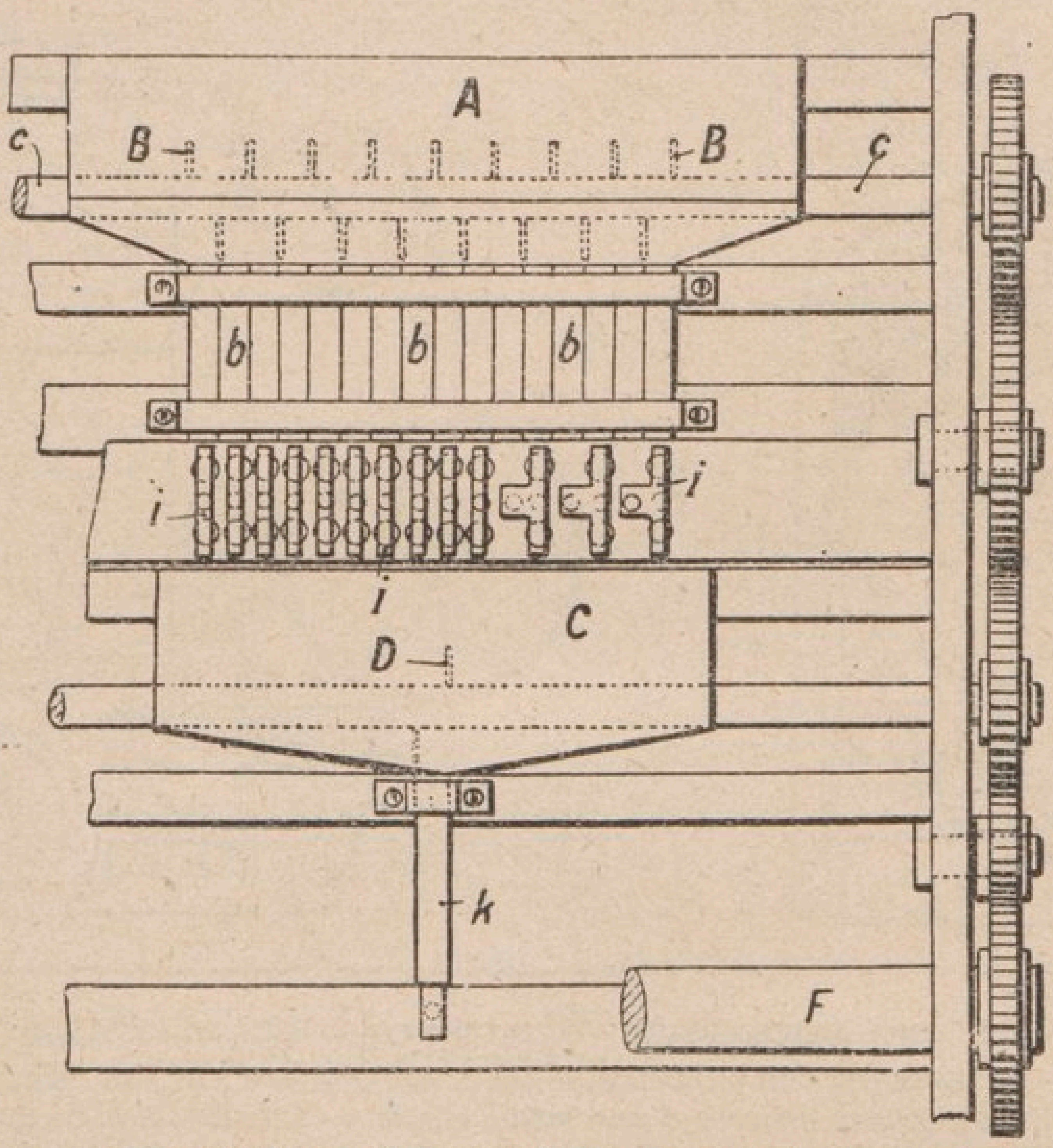
Comme le premier réservoir, le second est muni d'un moulin qui assure l'alimentation de l'unique couloir vertical où s'amoncellent les billes. A sa partie inférieure, ledit couloir comporte une cavité absolument semblable à la précédente, fermée d'une part par une plaque mobile munie d'un bras et pivotant sur un axe, et, d'autre part, par la face d'un piston à ressort. Ce dernier est disposé en face d'un excentrique monté sur un arbre entraîné, ainsi que les arbres des moulins, par un train de roues dentées mû par un mouvement d'horlogerie. Repoussé par l'excentrique, le piston refoule la bille inférieure logée dans la cavité ; celle-ci chasse la plaque mobile qui la ferme, laquelle pivote sur son axe et relève une tige placée sur sa gauche ; puis ladite bille tombe dans un réservoir, non indiqué sur le dessin, que l'on vide pour remplir à nouveau le premier réservoir.

La tige, placée sur la gauche de la cavité d'où s'échappe la bille et qui est soulevée par la plaque mobile qui ferme celle-ci, est articulée sur la grande branche d'un levier pivotant sur un axe, et sur la petite branche duquel s'articule, d'autre part, une bielle qui actionne un rochet commandant le disque des dizaines du compteur.

Dans son soulèvement par le bras de la plaque (voir fig. page 153), la tige vient en regard d'une échancrure d'un coulisseau effectuant continuellement un mouvement de va-et-vient sous l'action de la bielle et d'une manivelle, cette dernière étant calée sur un axe entraîné par une roue dentée faisant partie du train d'engrenages de l'appareil. A ce moment, la tige est repoussée de la droite vers la gauche, et, par l'intermédiaire du levier et de la bielle, elle fait avancer aussitôt d'un cran le rochet, et, par conséquent, d'un numéro le disque des dizaines.

Le dispositif totalisant les mises de 5 francs et 10 francs est absolument identique.

Longtemps avant l'appareil décrit ci-dessus, M. Oller avait construit un compteur, également à billes, pouvant enregistrer et totaliser un nombre quelconque d'opérations effectuées dans différents bureaux. Il se compose d'une série de canaux, disposés sur une table légèrement inclinée, où se trouvent emmagasinées un nombre quelconque de billes. Pour sortir, celles-ci doivent passer par un échappement à ancre, commandé par un électro-aimant qui n'en délivre qu'une seule à la fois. Chaque sortie, ou, ce qui revient au même, chaque mouvement de l'ancre correspond à une opération à effectuer dans l'un des bureaux qu'il s'agit de relier entre eux. Chaque bille qui sort revient se collecter, au moyen de canaux combinés à cet effet, dans une rigole où elles se rangent en ligne devant une règle graduée : la file ainsi disposée indique, par sa longueur, lue sur la règle, le nombre de billes récoltées, et, par conséquent, le nombre d'opérations qui étaient à additionner.



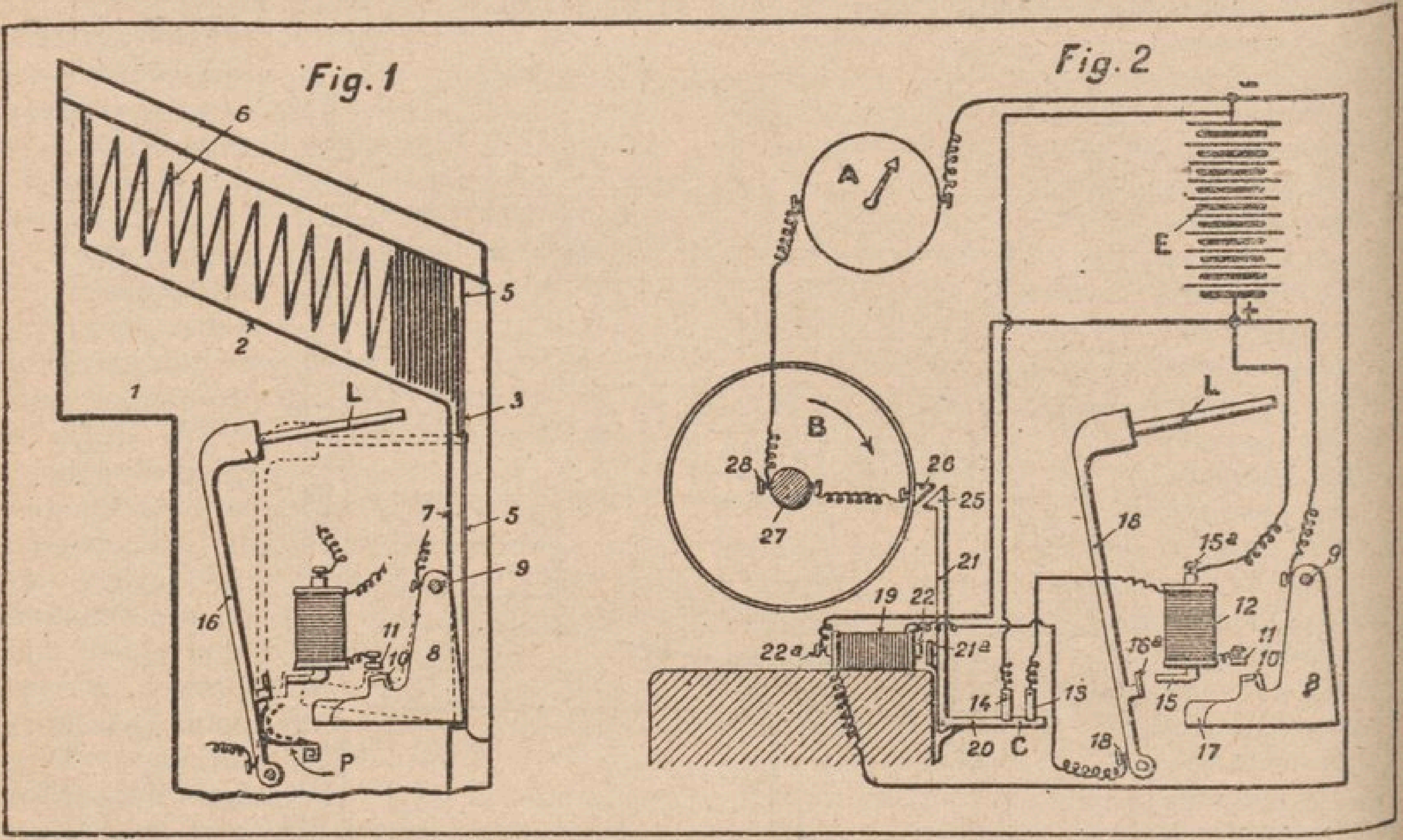
VUE DE COTÉ DE L'APPAREIL TUQUET MONTRANT LES CONNEXIONS ENTRE LES DIVERS ORGANES ET PIÈCES

A, *premier réservoir à billes. (Les autres lettres, comme dans les figures de la page 153).*

Un contact électrique, correspondant à une opération à enregistrer, lance un courant dans l'électro dont l'armature fait osciller l'ancre et dégage ainsi une bille qui tombe dans une gouttière et, de là, dans le collecteur général. Chacun des canaux et des électros est relié électriquement à l'un des bureaux, et chaque opération détermine la chute d'une bille. Si l'on divise par le diamètre de la bille la longueur de la file réunie, on obtient le nombre total des opérations.

Cette lecture est facilitée par la règle graduée en degrés, correspondant au diamètre des billes, qui est mentionnée plus haut. Pour totaliser un grand nombre d'opérations il faudrait un collecteur beaucoup trop long. Aussi est-il constitué en deux parties : une fixe et une mobile, et mesurant une longueur égale à un nombre exact de fois le diamètre des billes employées. La section de cette dernière partie représente une croix dont les secteurs compris entre les branches forment une rigole se plaçant en prolongement de la rigole fixe ; les billes viennent donc s'y loger comme si toutes les deux ne formaient qu'une seule et même rigole. Lorsqu'elle est remplie, on fait tourner la partie mobile d'un quart de tour, vidant ainsi ladite rigole de son contenu sur toute la longueur, et on présente alors, en face de cette rigole fixe, un deuxième secteur de la croix avec lequel on fait la même opération quand la rigole fixe est à nouveau remplie, et ainsi de suite. Si, par exemple, celle-ci peut contenir cent billes, chaque fois qu'on videra un des secteurs, cela indiquera qu'il y a eu cent opérations effectuées dans les bureaux, et, en inscrivant sur un compteur une centaine par quart de tour de la pièce mobile, on aura une totalisation apparente toujours au courant, à quelques unités près, du nombre des billes. A la clôture des opérations, les appoints des unités et des dizaines se lisent directement sur la règle, et on pourra les ajouter au compteur pour faire connaître le chiffre exact des opérations. Ce système est vraiment curieux.

Enfin, M. Kiparski a construit et fait breveter en 1910 un dispositif enregistreur centralisant sur un tableau les résultats de divers compteurs particuliers séparés, totalisant ainsi les tickets délivrés par les différents guichets, pour chacun des chevaux partants.



VUES SCHÉMATIQUES DU TOTALISATEUR DE M. KIPARSKI

Fig. 1 : *disposition d'un compartiment ou section d'une caisse à tickets ;* fig. 2 : *schéma de montage d'un compteur additionnant les tickets délivrés d'une même classe.* — 1, *boîte ;* 2, *plancher incliné ;* 3, *tickets ;* 5, *châssis antérieur ;* 6, *ressort ;* 7, *paroi postérieure ;* 8, *commutateur ;* 9, *axe ;* 10 *et* 11, *contacts produits par le pivotement du commutateur ;* 12, *enroulement d'électro ;* E, *pile ;* 13 *et* 14, *contacts ;* C, *plaque fixée au levier coudé* 20, 21 ; 15, *noyau d'électro ;* 17, *armature ;* 16, *levier ;* P, *ressort ;* L, *doigt ;* 16a, *plaque de contact du levier* 16 ; 22, *noyau d'un second électro et son armature* 21 ; 23, *ressort ;* 24, *bras ;* 25, *dent du levier* 21 ; 26, *dent du cylindre* B ; 27, *axe ;* 28, *balai relié électriquement au compteur* A.

C'est un groupement automatique des indications sur les mises, dans lequel les renseignements sur les tickets d'une seule et même espèce, délivrés par les différentes caisses, sont additionnés et constamment enregistrés sur un cadran (planche ci-dessus).

L'inventeur rejette l'emploi des billes, dont il juge l'action trop lente et surtout assez peu sûre. Il ne s'adresse qu'à l'électricité.

Dans son système, chaque bureau ou caisse est divisé en compartiments qui correspon-

dent chacun à une sorte ou classe de ticket, par exemple mises simples, doubles, triples, etc., sur le cheval n° 1, de façon que des tickets de différentes sortes puissent être délivrés par une caisse quelconque. Chacun de ces compartiments comprend une boîte (fig. 1) à la partie supérieure de laquelle reposent, sur un plancher incliné, les tickets, qui doivent être munis d'encoches à leur base et qui sont appuyés contre le châssis antérieur de la boîte au moyen d'un ressort.

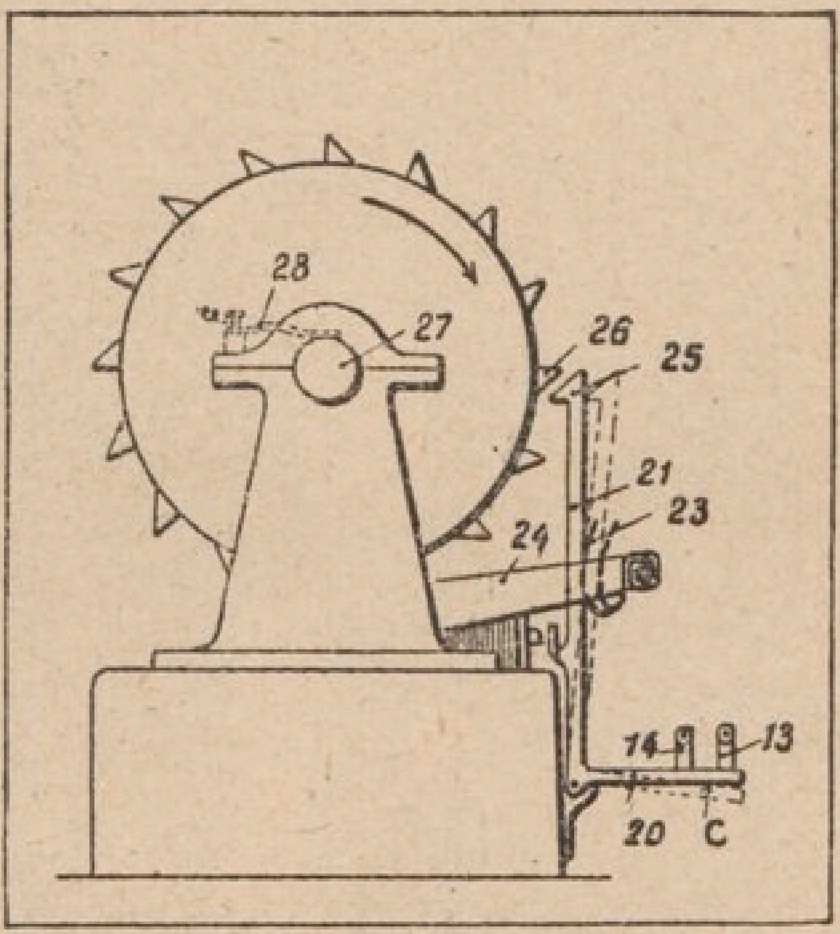
Dans ce châssis est ménagée une fente dans laquelle le caissier passe le doigt pour prendre le premier ticket qu'il fait glisser en descendant dans l'espace qui lui est réservé. Par le fait de son passage, un commutateur, suspendu par sa partie supérieure de façon à pouvoir tourner d'un petit angle, et prenant normalement, par son poids ou l'action d'un ressort, la position figure 1, se déplace vers la gauche à la position indiquée en pointillé et produit un contact. Il ferme un circuit dans un électro-aimant, ce qui a pour effet immédiat d'attirer vers la droite, dans la position indiquée en pointillé, un levier coudé qui, normalement, sous l'action d'un ressort, reste à la position indiquée, en traits pleins. Un doigt fixé à la partie supérieure de ce levier, et formant angle droit avec lui, cherche alors à prendre la position marquée en pointillé; il en est empêché par le ticket descendant, et le levier reste provisoirement hors du contact du noyau de l'électro.

Mais aussitôt que le bord supérieur du ticket est passé et que le doigt se trouve en face de l'échancrure du ticket suivant, il pénètre dans celle-ci et arrête ainsi la chute de tous les autres tickets. L'armature du commutateur, attirée par le noyau de l'électro, assure une attraction durable du levier.

De plus, un autre circuit se trouve ainsi formé dans un second électro-aimant dont le noyau attire l'armature d'un levier portant à sa partie supérieure une dent s'appuyant, suivant un plan de bout, sur une autre dent disposée à la surface d'un cylindre ou tambour (à gauche du levier, fig. 2) laquelle dent est reliée électriquement à l'axe du cylindre, sur lequel s'appuie à frottement doux un balai qui est relié lui-même au compteur par un fil électrique.

Le tambour est commandé par un moteur de très faible puissance qui lui imprime un mouvement de rotation continu.

Lorsque, par la prise d'un ticket, le noyau du second électro s'aimante, comme il a été dit, et attire le levier, le circuit formé par le contact de l'armature de celui-ci et le noyau se ferme ; à ce moment, comme les deux dents (celle du levier et celle du tambour) sont en contact, un troisième circuit, passant par le noyau, les dents, l'axe du tambour, son balai et le cadran, se ferme et l'index du compteur, par l'effet d'organes appropriés, avance d'une division à droite. Bientôt, à cause de la rotation continue du tambour, la dent du levier est repoussée par celle dudit tambour, de sorte que ce dernier circuit est de nouveau ouvert. Alors le levier prend la position indiquée en pointillé (figure ci-contre), de sorte que le premier circuit se rompt au point de contact (à la base du levier). La première bobine est alors sans courant et son levier revient à la position qu'on remarque sur le schéma ci-dessus. En conséquence, le levier de la deuxième bobine revient à la position figure 2 sous l'influence de son ressort de rappel.



VUE DÉTAILLÉE D'UNE POSITION DE LA FIGURE 2 DE LA PLANCHE DE LA PAGE PRÉCÉDENTE

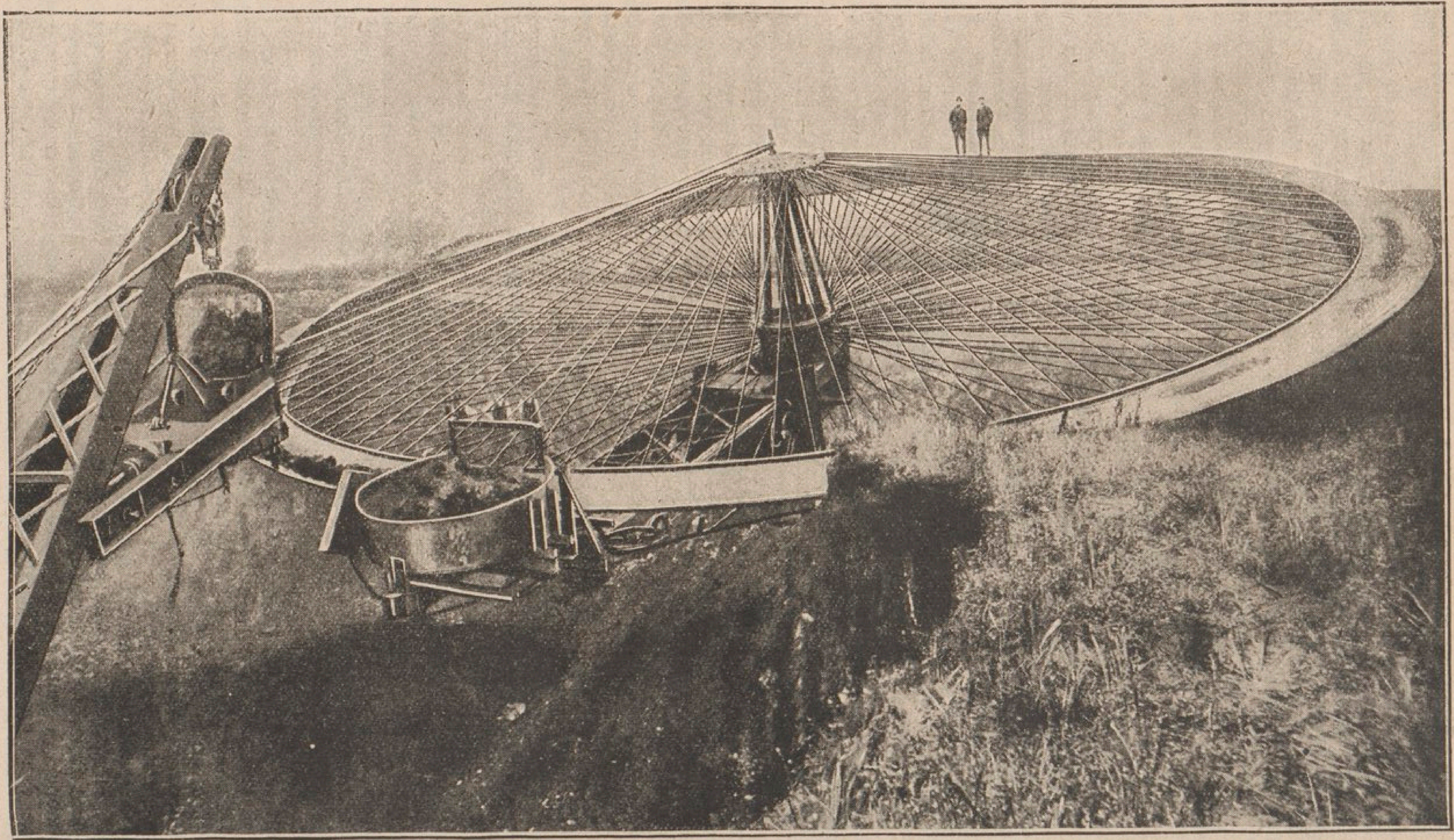
(Pour l'explication des lettres se reporter à la légende générale.)

Pour permettre l'enregistrement sur un même cadran de toutes les opérations effectuées dans les différentes caisses, une rangée de dents sont disposées sur le tambour à des intervalles déterminés suivant l'axe ; elles sont, en outre, décalées dans le sens transversal à l'axe, en comptant à partir d'une génératrice donnée dudit tambour, de façon à former, par exemple, une hélice. Chaque dent du tambour dont nous venons de parler correspond à une caisse déterminée.

Afin que la délivrance des tickets se poursuive sans empêchement, la commande de la rotation du tambour doit être calculée de telle façon que, pendant l'intervalle de temps compris entre deux prises successives de tickets d'un compartiment de caisse, ledit tambour puisse effectuer un tour complet.

Clément Casciani.

CONVOYEUR ROTATIF DE DÉBLAIS TRAVAILLANT AVEC UN EXCAVATEUR



Les matériaux déversés de la benne dans une trémie mécanique tombent sur une plate-forme annulaire qui les transporte en tournant.

LA FABRICATION, LES PROPRIÉTÉS ET LES USAGES MULTIPLES DU CIMENT

Par Guillaume PERCHEMONT

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

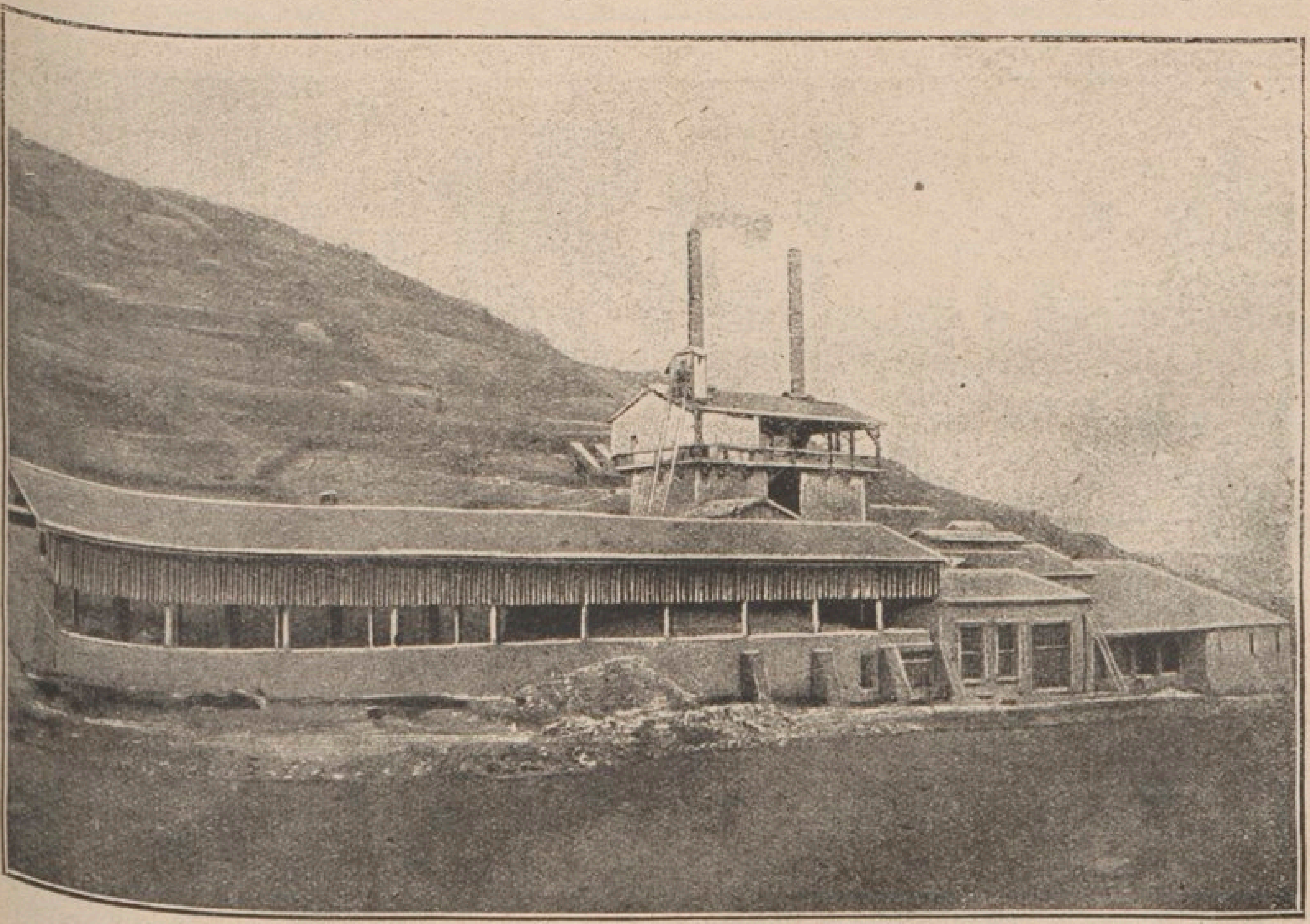
La reconstruction des milliers de bâtiments détruits dans les régions envahies exigera l'emploi d'un tonnage formidable de matériaux de construction divers, parmi lesquels les ciments de toutes natures sont appelés à jouer un rôle prépondérant justifié par leurs propriétés.

Quand on fait cuire dans un four un mélange contenant 79 % de calcaire ou carbonate de chaux et 21 % d'argile (silicate d'alumine hydraté), on obtient un produit artificiel homogène nommé ciment Portland.

Les ciments naturels sont des calcaires que l'on trouve dans le sol et qui réalisent, sans l'intervention de la main-d'œuvre humaine, la teneur en argile indiquée plus haut. Enfin, les ciments de laitiers sont des produits industriels spéciaux sur la fabrication desquels nous n'insisterons pas.

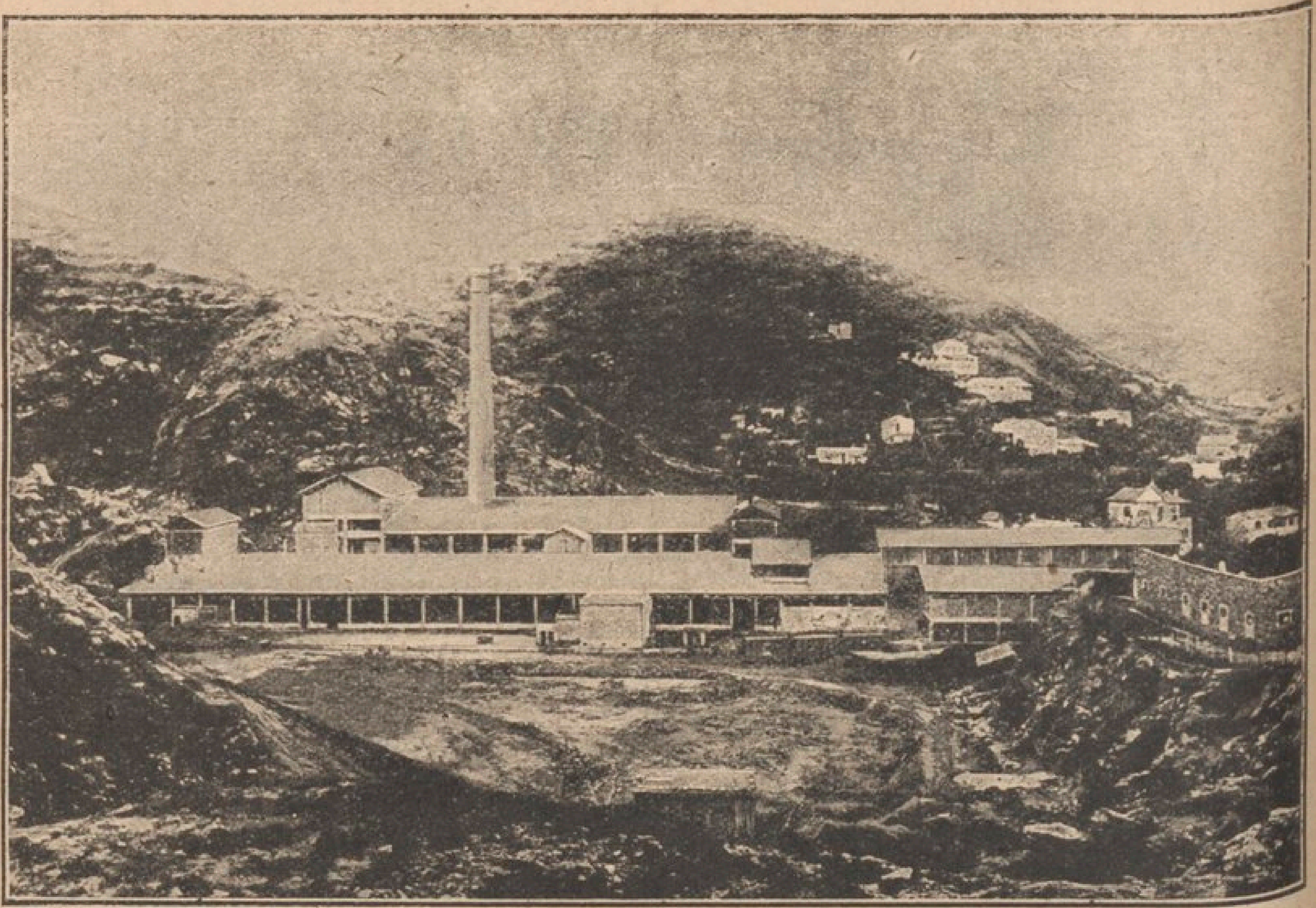
Qu'est-ce qu'un ciment? Si l'on consulte à ce sujet des dictionnaires quelconques, on y trouve des définitions variées, généralement fantaisistes, et, en fait, le produit en question, bien que relativement simple de par sa nature et ses modes d'obtention, n'est pas des plus aisés à définir scientifiquement.

Si l'on s'en tient aux apparences, un ciment est une poudre fine, une farine qui, mélangée et malaxée intimement avec une certaine quantité d'eau, se transforme en une pâte plus ou moins consistante. Abandonnée à elle-même, cette pâte perd son

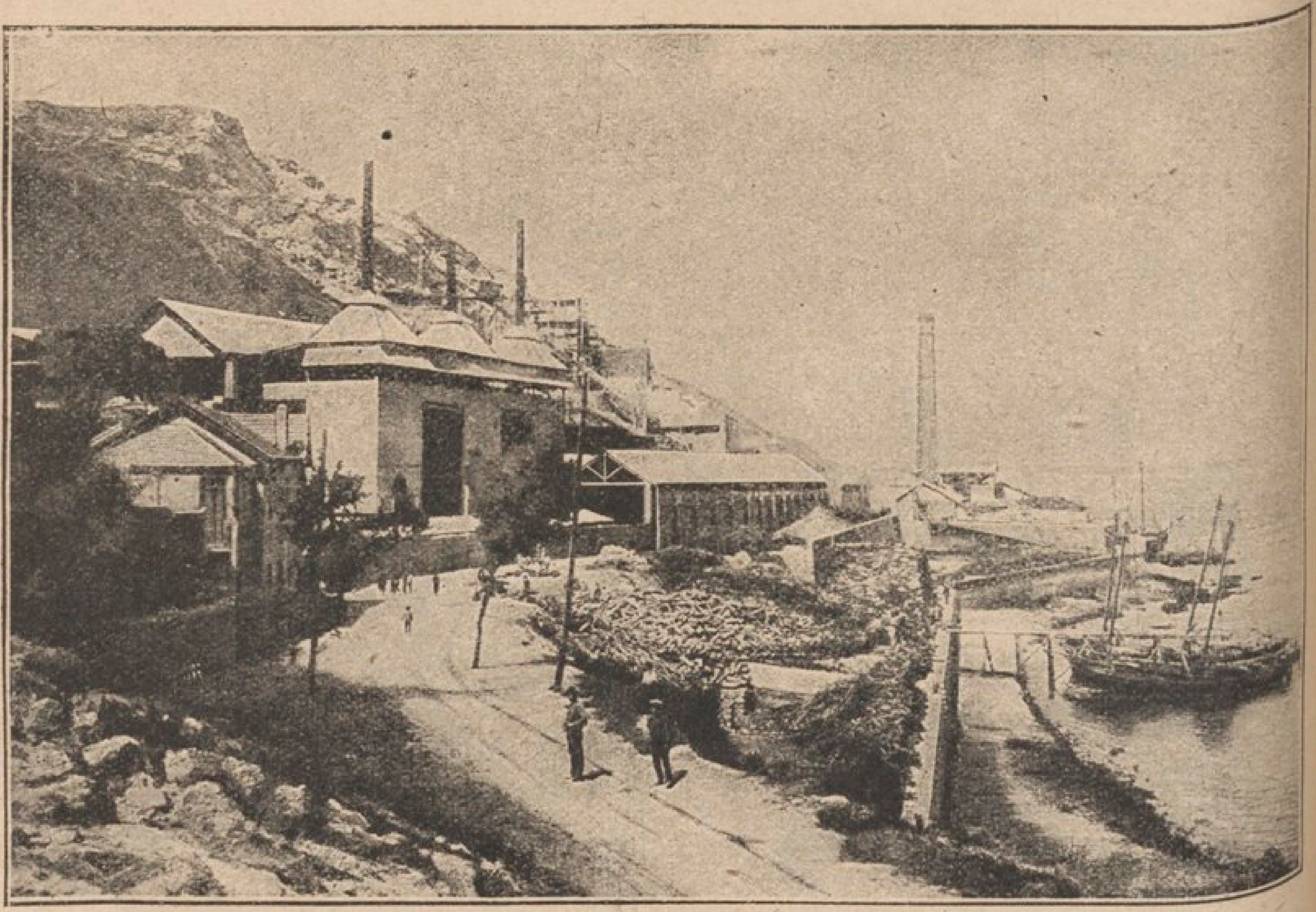


USINE FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES CIMENTS NATURELS

Installée au pied d'une colline fournissant la matière première, qui est un mélange de calcaire et d'argile en proportions très nettement définies, cette usine est munie de deux fours verticaux perfectionnés.



USINE A CIMENT ARTIFICIEL A FOURS ROTATIFS, AVEC EXPLOITATION EN CARRIÈRE
Les frais de transport et de manutention de la matière première sont ainsi réduits au minimum.



LA FABRICATION DU CIMENT ARTIFICIEL PAR VOIE SÈCHE AU BORD DE LA MER
Cette installation moderne et très pratique, établie par une maison française, existe au Portugal.

humidité, durcit au bout d'un temps plus ou moins long, et, une fois complètement sèche, elle devient une véritable pierre dont la dureté peut égaler, et même surpasser celle des roches naturelles les plus compactes.

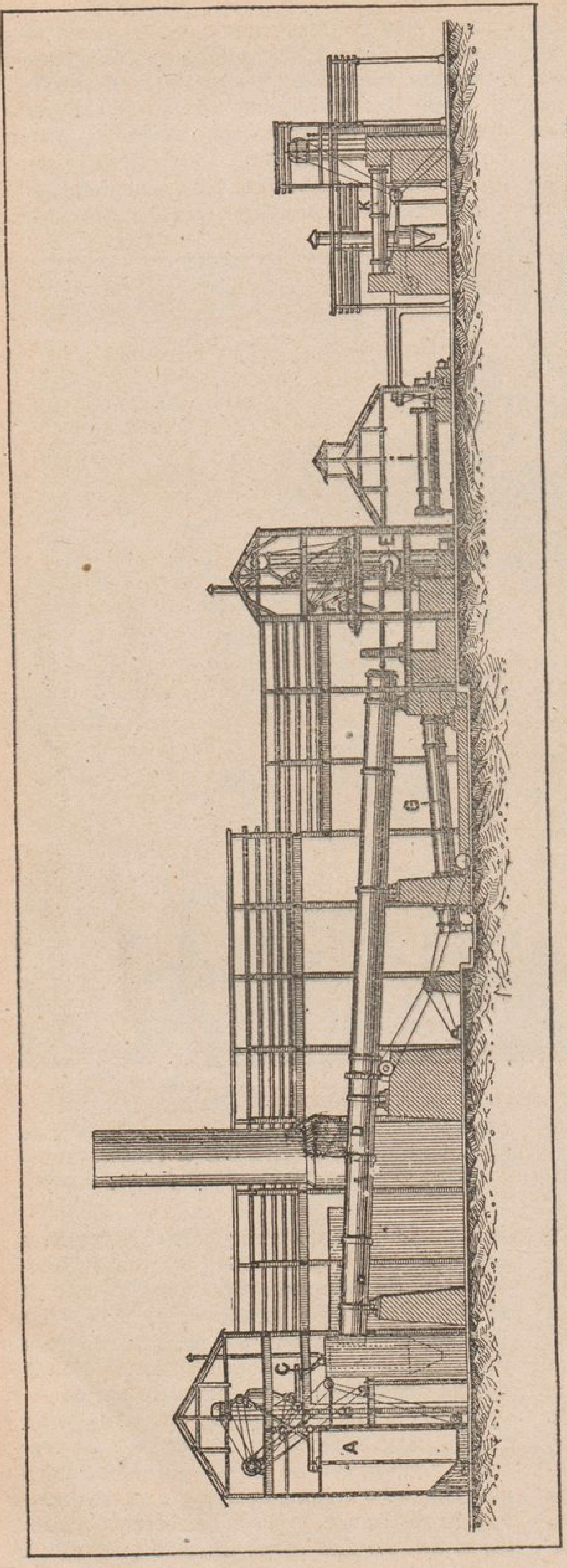
D'où provient cet extraordinaire durcissement? Quand on fait sécher du ciment malaxé avec de l'eau, pourquoi, au lieu d'un simple bloc de boue agglomérée, peu résistant, et de dureté analogue à celle des maçonneries de terre gâchée (pisés), obtient-on, au contraire, une sorte de pierre extrêmement dure? C'est parce que la poudre de ciment, loin d'être inerte, comme la poussière des routes, se compose d'un certain nombre d'éléments chimiques nettement définis, se combinant entre eux ou cristallisant sous l'action de l'eau de malaxage. Le durcissement, ou *prise* du ciment, peut donc être considéré comme une véritable cristallisation, car le bloc ainsi obtenu est constitué de cristaux enchevêtrés, accrochés les uns aux autres à l'instar des minéraux élémentaires formant toutes les pierres dures naturelles.

Supposons maintenant qu'au lieu de laisser la pâte durcir en une masse de forme quelconque, on la coule entre deux pierres qu'il s'agit d'assembler. Non seulement, elle durcira alors elle-même, mais ses cristaux, infiniment petits, s'accrocheront aux autres cristaux infiniment petits et aux anfractuosités de chacune des deux pierres à réunir. En même temps que cette pâte durcira, elle s'attachera à chacun des deux blocs qui seront finalement soudés l'un à l'autre par adhérence et définitivement.

CARRIÈRE ET USINE A CIMENT ARTIFICIEL A CASABLANCA (MAROC)

Cette importante fabrique, qui rend les plus grands services aux nombreux colons français installés au Maroc, utilise les excellentes matières premières du pays. La carrière, située à côté de l'usine, fournit économiquement le mélange de calcaire et d'argile que l'on passe dans des fours de construction française.

Dans un but d'économie, on mélange au ciment, au moment du malaxage, une certaine proportion de corps coûtant moins cher que lui à volume égal et qui en augmentent la résistance, grâce à l'adhérence signalée ci-dessus. Les corps durs se présentant



DESSIN SCHÉMATIQUE REPRÉSENTANT L'ENSEMBLE ET LA DISPOSITION DES APPAREILS DANS UNE FABRIQUE DE CIMENT

Les matières premières en poudre, extraites des silos A, sont transportées par une chaîne à godets B dans un malaxeur C, puis dans un four rotatif D soufflé par le ventilateur E. Elles se transforment en clinkers qui, portés au rouge, tombent dans le refroidisseur G et sont ensuite emmenés vers leur dépôt. Le four D est chauffé par du charbon pulvérisé fourni par le séchoir tournant K et par le broyeur compound I; l'alimentateur F est desservi par la chaîne à godets H.

dans les conditions d'économie les meilleures en vue de la préparation d'un tel mélange sont le sable siliceux et les graviers. En les incorporant au ciment dans les proportions indiquées par l'expérience comme étant préférables pour un travail donné, on obtient les *mortiers* et les *bétons* bien connus.

Coulés dans des moules de bois où des barres d'acier ont été disposées au préalable, d'une manière déterminée et soigneusement calculée, ces mélanges constituent les bétons armés dont l'emploi tend à se répandre de plus en plus dans la construction.

De quoi est donc formé ce composé chimique véritablement défini que l'on vend dans des sacs plombés sous le nom de ciment en poudre ?

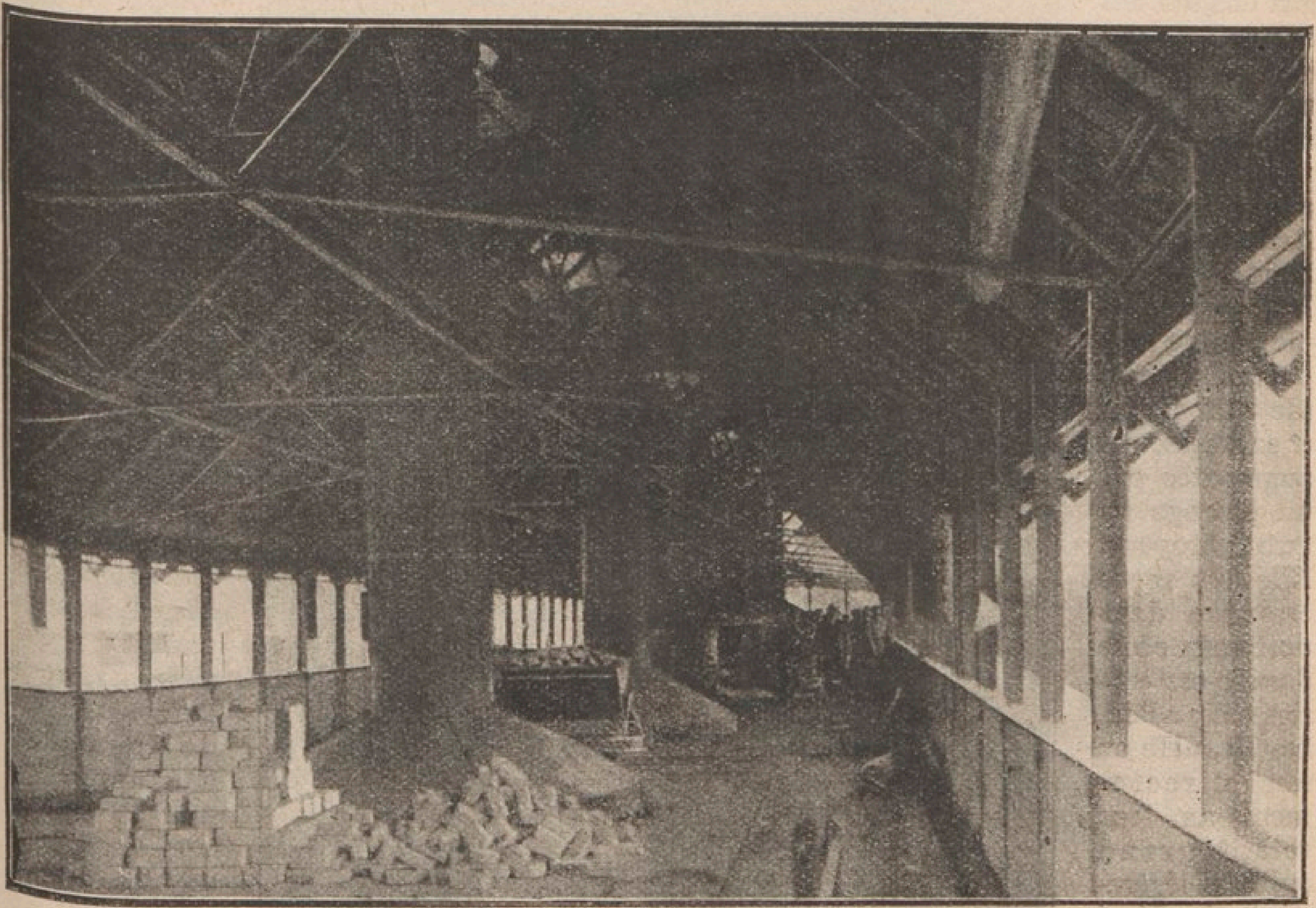
L'analyse permet d'y reconnaître trois constituants essentiels : la silice, l'alumine et la chaux. On y trouve également des éléments secondaires, tels que potasse, oxyde de fer, magnésie, acide sulfurique, mais en proportions très faibles, ou même à l'état de simples traces.

Les teneurs en silice, alumine et chaux sont telles que l'on considère le ciment comme un silicate défini d'alumine et de chaux qui donne toujours lieu, en présence de l'eau, à un véritable phénomène de cristallisation appelé : la prise du ciment.

La chaux existe dans les calcaires naturels, ou carbonates de chaux, dont un des types les plus communs est la craie. On trouve la silice et l'alumine dans de l'argile, qui est un silicate d'alumine. On devrait donc n'avoir qu'à mélanger l'argile et le calcaire pour obtenir du ciment par juxtaposition de ses trois éléments : silice, alumine et chaux. Mais ce simple mélange ne donne pas du ciment car, en réalité, on se

contente d'incorporer ainsi du carbonate de chaux à du silicate d'alumine. Or, pour constituer un véritable ciment, il faut réunir du silicate de chaux à de l'aluminate de chaux. Pour y arriver, on cuit un mélange d'argile et de calcaire à une température déterminée. Il ne suffit d'ailleurs pas d'introduire, les uns à côté des autres, dans un four, des blocs de calcaire et des morceaux d'argile. Il est, au contraire, indispensable de réaliser un contact intime de toutes les molécules d'argile et de calcaire par divers moyens indiqués plus loin. En outre, il ne faut pas mettre en présence des proportions quelconques de carbonate et de silicate. A cet effet, on prépare avec soin une masse, formée des deux éléments, dans laquelle la quantité d'argile introduite représente 21 % du poids total. En agissant différemment, on n'obtiendrait aucun produit vendable, ni même utilisable. De plus, il faut que la température de cuisson atteigne au moins 1.500° à 1.600°, sous peine d'avoir un ciment de qualité inférieure non commercial.

La masse cuite se présente sous la forme de pierres noirâtres, dures, appelées *clinkers*, que l'on pulvérise dans des broyeurs puissants permettant d'obtenir une farine impalpable qui est le ciment. Ce procédé de fabrication fournit le ciment artificiel le plus parfait, dit ciment Portland. Cette dénomination vient de ce fait que Joseph Apsdin, qui inventa ce produit en 1829, trouva que le ciment durci ressemblait à la pierre des environs de Portland (Angleterre). En fait, il n'a jamais existé d'usine à ciment dans cette ville, comme sont tentées de le croire beaucoup de personnes étrangères à cette industrie tant en France qu'en Angleterre.



FOURS CANDLOT PERPIGNANI POUR LA FABRICATION DES CIMENTS NATURELS

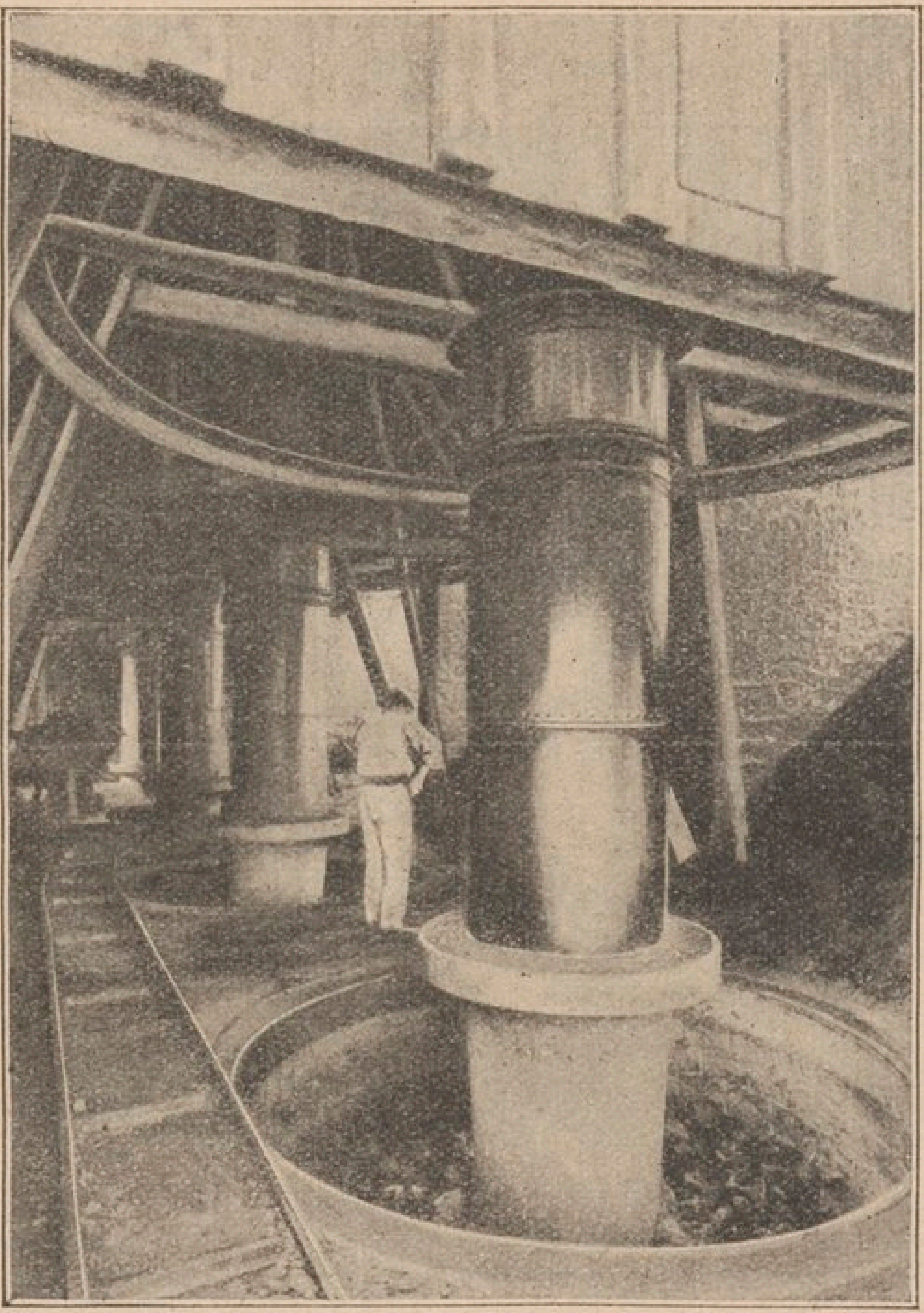
On trouve dans certaines régions, en France et à l'étranger, des roches qui présentent exactement la composition voulue en calcaire et en argile pour permettre d'obtenir d'excellents ciments dits « naturels » par une simple cuisson avant broyage. Cette fabrication est de principe analogue à celle de la chaux.

La première opération, essentielle, consiste, comme on l'a vu plus haut, à réaliser le mélange intime du calcaire et de l'argile, molécule à molécule. On arrive à ce but par deux procédés très différents mais également répandus : la voie humide et la voie sèche.

Dans le premier cas, on délaye le calcaire et l'argile dans de l'eau, soit séparément, soit ensemble. On les verse à cet effet dans de vastes bacs cylindriques ayant de six à neuf mètres de diamètre, au centre desquels se trouve un arbre vertical garni de herses. Quand on fait tourner cet arbre, les herses

agitent violemment les matières premières et les réduisent en une pâte très fluide. Autrefois, la bouillie ainsi formée, contenant de 50 à 60 % d'eau, était reçue dans de grands bassins plats de décantation, où elle séjournait un mois ou même davantage. Au bout de ce temps, elle était reprise à la pelle et étendue sur des aires planes léchées par les gaz chauds des fours. Cette opération donnait lieu à des dépenses de main-d'œuvre considérables. Actuellement, la pâte est délayée avec une plus faible proportion d'eau (de 35 à 40 %) et sa finesse est augmentée par un passage au tube broyeur. Elle est reçue ensuite dans un bassin où le dosage est corrigé s'il y a lieu. De là, elle se rend directement au four rotatif, grand cylindre légèrement incliné sur l'horizontale, tournant lentement autour de son axe, dans lequel elle se dessèche automatiquement et progressivement, avant d'être calcinée au degré voulu, comme on le verra plus loin. L'emploi du four rotatif a permis de réaliser un important progrès dans la fabrication des ciments par la voie humide. Le nombre des ouvriers a dû être ainsi réduit, et le travail, aussi pénible que fastidieux, des manutentions de pâtes, a été supprimé, d'où une importante économie.

L'adoption de la voie humide ou de la voie sèche dépend essentiellement de la nature des matières premières dont on dispose. Il n'existe pas de règle générale précise pour la détermination de ce choix. Dans chaque cas particulier, cette question doit être très sérieusement examinée et confiée à un technicien expérimenté possédant à fond toute la pratique des deux méthodes.



USINE A CIMENTS NATURELS DE VOREPPE (ISÈRE)

Vue de la plate-forme de chargement des fours fixes verticaux. Une voie de service permet d'amener dans des wagonnets les combustibles et les calcaires dont la cuisson fournit le ciment.

Dans le procédé par voie sèche, on opère comme suit. Le calcaire et l'argile sont dosés aussi exactement que possible, en tenant compte de leur humidité, puis séchés ensemble ou bien, suivant leur nature, on les sèche d'abord séparément avant de les doser avec exactitude. On n'introduit dans le séchoir que des matières concassées au préalable, de manière à faciliter leur séchage et à le rendre aussi parfait que possible, grâce à l'augmentation de la surface d'évaporation due à la division extrême de la masse.

Autrefois, les produits séchés étaient broyés séparément et on les mélangeait ensuite. Cette méthode a été abandonnée et remplacée par le broyage simultané des deux éléments. On pousse l'opération jusqu'à l'obtention d'une poudre très fine et même impalpable, résultat que fournissent les appareils décrits plus loin à propos du broyage des clinkers.

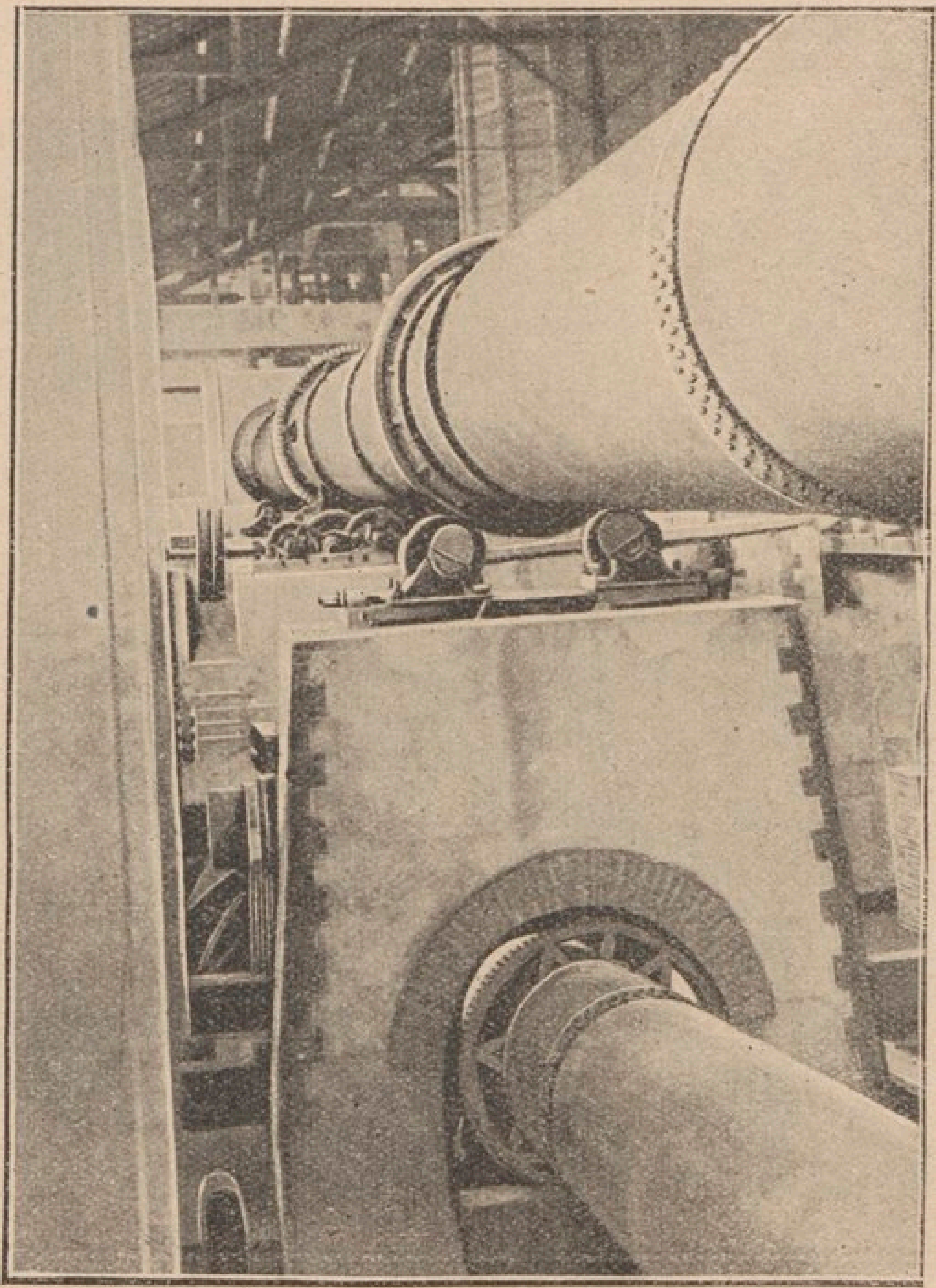
On recueille, au sortir des broyeurs, une farine appelée *poudre brute*, dont la composition est voisine de celle que l'on doit théoriquement réaliser. Mais, si parfait que soit le dosage préalable, on n'obtient jamais une constance absolue de composition à la sortie du broyeur, quel que soit le type d'appareil.

La moyenne des variations correspond bien au dosage initial, mais la composition varie — légèrement, il est vrai — à chaque instant, dans un sens ou dans l'autre. Néanmoins, la qualité du ciment s'en trouve quelque peu altérée et cet inconvénient, dont on ne s'était pas assez préoccupé autrefois, avait conduit à considérer la voie humide comme plus propre que la voie sèche à donner des ciments très homogènes. On a cherché à remédier à ce défaut d'homogénéité par l'emploi de mélangeurs qui n'ont pas donné de très bons résultats.

On est arrivé à réaliser la perfection absolue en ce qui concerne la régularité de composition au moyen de silos dits d'*homogénéisation* dans lesquels la matière en poudre circule méthodiquement sous l'action de moyens mécaniques. Bien que les Allemands aient fait, avant la récente guerre, de sérieux progrès au point de vue de l'homogénéisation mécanique, il est bon de signaler que de nouveaux appareils d'invention française, fonctionnant depuis plusieurs années dans d'importantes usines, ont donné des résultats nettement supérieurs à ceux des appareils allemands similaires et que leur adoption a permis de réaliser enfin une homogénéisation absolument satisfaisante à tous égards.

Grâce à ces perfectionnements, les produits obtenus par voie sèche présentent aujourd'hui toutes les qualités de régularité de ceux que donne la voie humide. On peut donc choisir l'un ou l'autre procédé suivant le cas.

La farine brute homogène peut être cuite dans des fours rotatifs ou dans des fours fixes. Quand on emploie un four rotatif, la poudre y est introduite telle quelle, ou légèrement humectée par un passage au malaxeur. Elle est ensuite calcinée automatiquement lorsque la rotation du tube l'amène vers la zone dite de cuisson.



FOUR ROTATIF ET REFROIDISSEUR EMPLOYÉS A ALGER

Ces fours rotatifs, montés sur galets, servent à la cuisson progressive et méthodique du mélange de calcaire et d'argile dans la fabrication des ciments artificiels par la voie sèche ou par la voie humide. Ils tournent sous l'action d'un pignon de commande.

Les fours rotatifs, employés dans la voie sèche comme dans la voie humide, sont constitués par des cylindres ayant en général de deux à trois mètres de diamètre et de quarante à quatre-vingt mètres de longueur. La production quotidienne d'un four rotatif varie de cinquante à deux cents tonnes. L'usage de cet appareil est surtout indiqué dans les grandes usines.

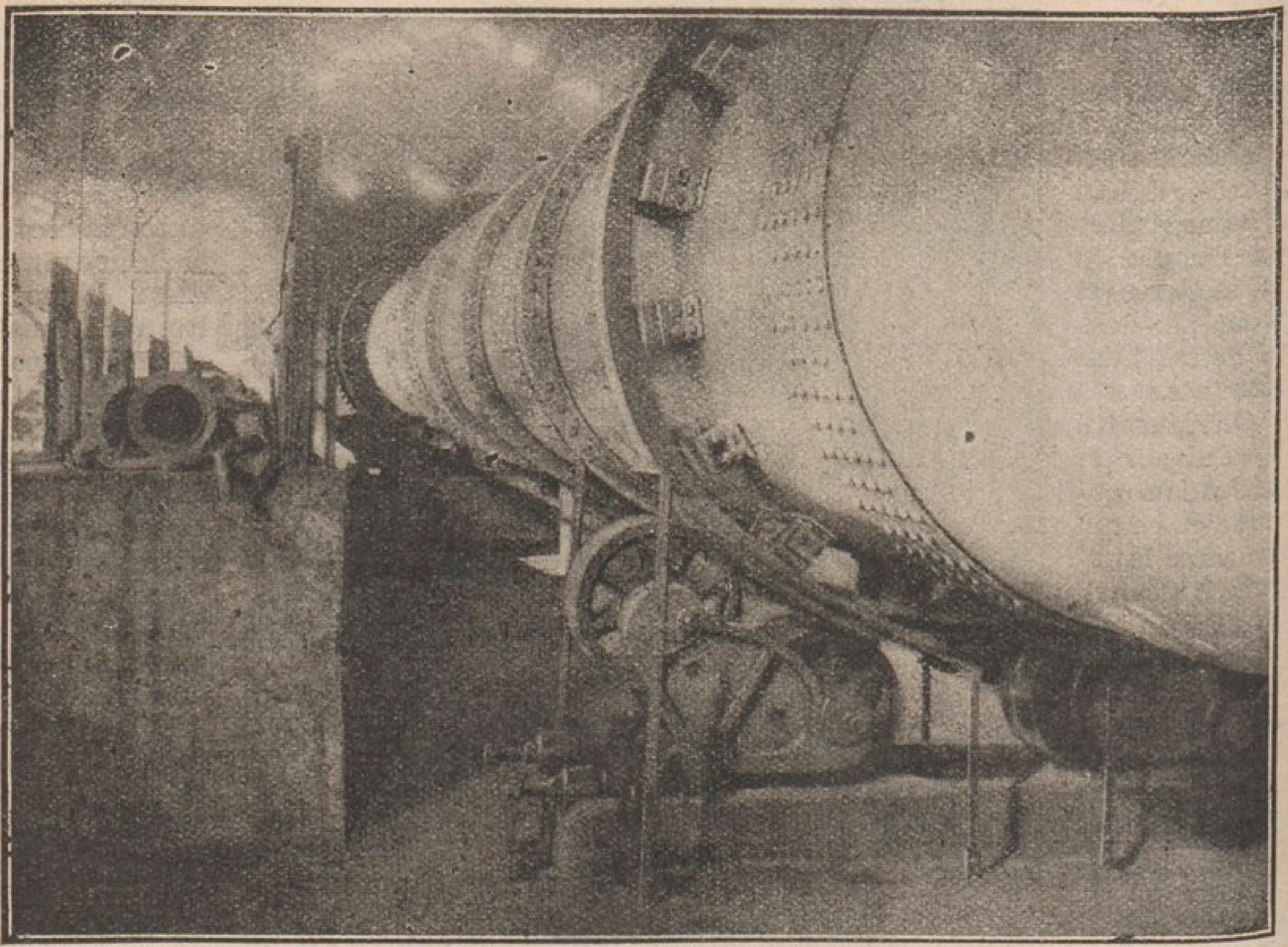
Le cylindre, en tôle épaisse, et garni intérieurement de briques réfractaires, tourne sur des galets par l'intermédiaire de chemins de roulement dont le nombre varie de deux à quatre. Une couronne dentée, actionnée par un pignon, met en mouvement ce four incliné en moyenne de 5 % sur l'horizontale et animé d'une vitesse d'un tour par minute environ.

La pâte (ou la poudre) arrive à la partie supérieure du cylindre. Le combustible est introduit à l'intérieur du four, sous forme d'une poudre de charbon impalpable qui, soufflée par un ventilateur puissant, brûle

comme du gaz en développant une chaleur considérable (1.500° à 1.600°). En progressant vers la zone de cuisson, le calcaire perd son acide carbonique, puis, dans la région de cuisson proprement dite, les éléments calcaires siliceux et alumineux réagissent et se combinent les uns aux autres, ce qui provoque un commencement de vitrification de la masse. La rotation du four donne aux morceaux vitrifiés la forme de sphères plus ou moins régulières, ayant à peu près la grosseur d'une noix. En sortant du fours chauffé au rouge, ces nodules, appelés *clinkers*, tombent dans un cylindre incliné placé sous le four. Ce refroidisseur est parcouru par l'air servant à la combustion du charbon pulvérisé qui emprunte au passage la chaleur des clinkers en se réchauffant lui-même, d'où récupération des calories emportées par ces clinkers et, par conséquent, forte économie.

On brûle des charbons gras à 30 % de matières volatiles dans les fours rotatifs dont la consommation de combustible, très élevée, atteint 25 % (voie sèche) et jusqu'à 32 % (voie humide) du poids des clinkers obtenus.

On peut aussi cuire le ciment par voie sèche dans des fours fixes. A cet effet, la poudre est d'abord agglomérée en briquettes, au moyen de presses analogues à celles que l'on emploie pour l'agglomération des charbons ou des produits silico-calcaires. Si l'on veut obtenir de bons agglomérés, il est indispensable d'ajouter l'eau à la matière dans un malaxeur de grande longueur, et de laisser *siloter* la poudre humectée pendant un certain temps avant le passage à la presse. On ajoute la quantité de charbon nécessaire à la cuisson, au moment du malaxage, sous forme de fines de coke ou d'anthracite ; les briquettes ainsi préparées ont reçu le nom de *briques truffées*. L'addition du combustible les rend capables de brûler comme des briquettes de charbon à forte teneur en cendres. On recueille les mâchefers, qui constituent des clinkers parfaitement cuits. Bien que ce procédé original soit appliqué avec succès en France depuis plusieurs années, des ingénieurs allemands n'ont pas hésité, quelques mois avant la guerre, à proclamer comme une nouveauté *colossale* l'addition du com-



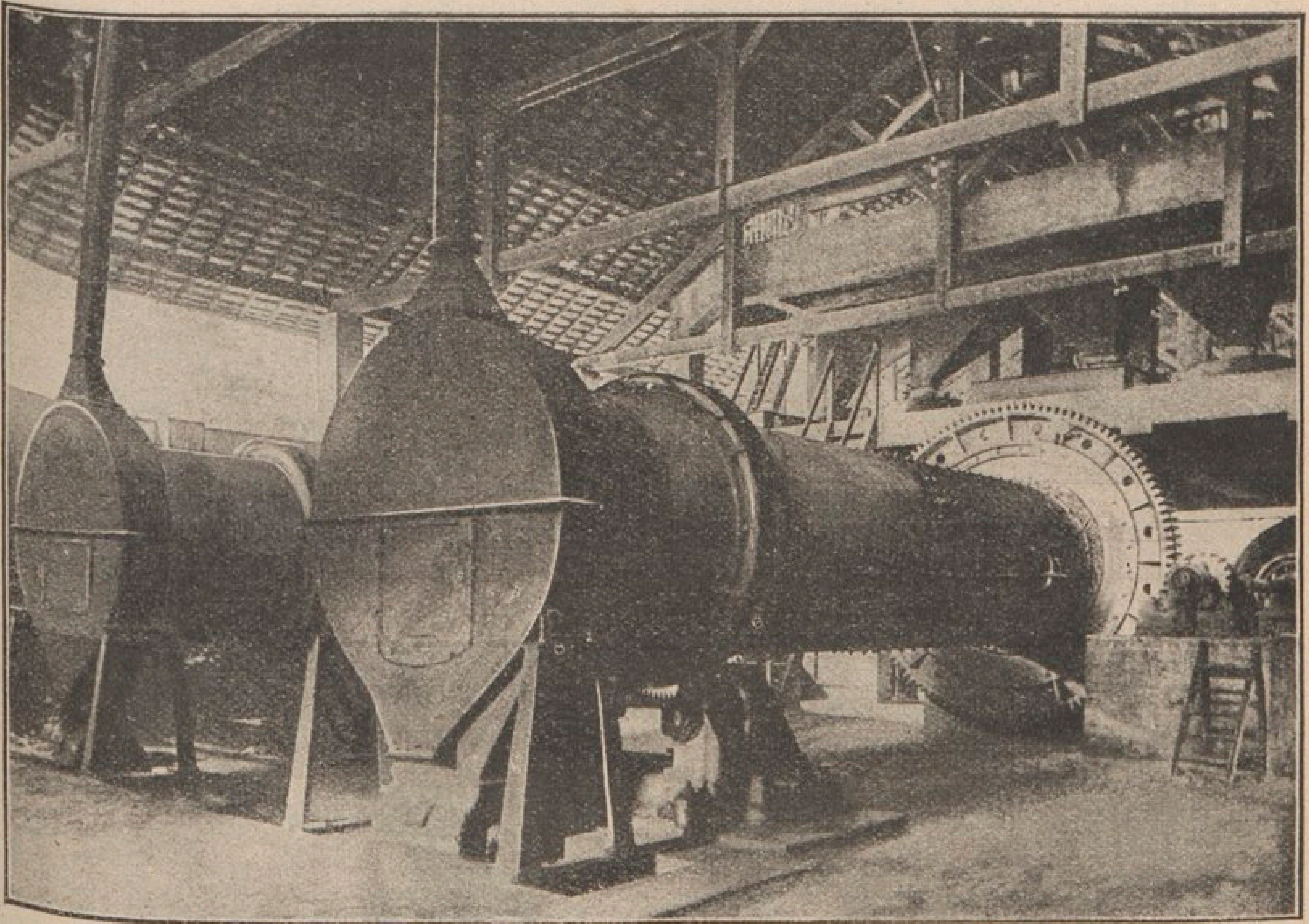
DÉTAIL DU FONCTIONNEMENT D'UN FOUR ROTATIF A CIMENT

On voit ici comment l'immense cylindre métallique tourne lentement sur des couples de galets d'acier par l'intermédiaire d'un chemin de roulement circulaire fixé par de solides corbeaux métalliques rivés.

bustible à la poudre avant briquetage. Cette prétendue « nouveauté » avait déjà la sanction de la pratique, et les promoteurs attardés du procédé n'ont fait, une fois de plus, qu'enfoncer doctoralement une porte ouverte.

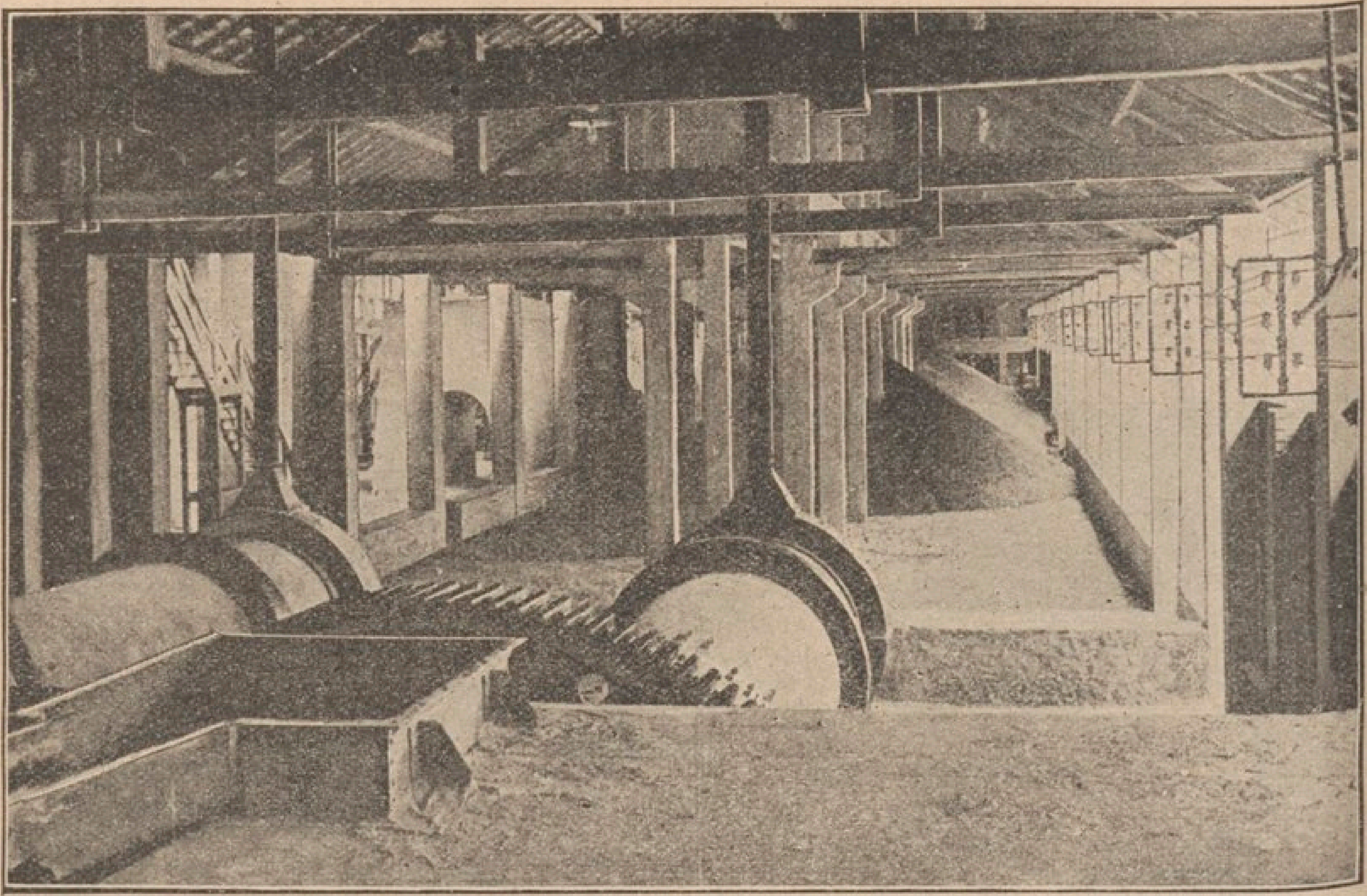
Jusqu'à ces derniers temps, et surtout dans la plupart des usines qui ont conservé le four fixe à cause des avantages qu'il présente encore, on effectuait à bras d'homme le transport des briques de la presse au four, qui était enfourné entièrement à la main et défourné de même. Etant donné le nombre relativement considérable d'ouvriers nécessité par ce mode de travail, la production des usines à ciment restait faible. On construit actuellement des appareils permettant l'enfournement et le défournement automatiques. D'autre part, certains fours verticaux fixes, judicieusement établis, fournissent des qualités de ciment identiques à celles que l'on fabrique au four rotatif. Enfin, un seul four automatique produit 50 tonnes par vingt-quatre heures. Dans ces conditions, on peut obtenir, avec un nombre d'unités assez restreint, des productions analogues à celles des fours rotatifs, sans dépenser plus de main-d'œuvre, et tout en réalisant une importante économie de combustible et de force motrice. En effet, le four fixe ne brûle guère plus de 14 à 15 % de combustible alors que le four rotatif en consomme de 25 à 30 %.

Les fines d'anthracite ou de coke étant incorporées à la poudre brute telles qu'elles arrivent de la mine, leur préparation ne donne lieu à aucune dépense de force motrice. Si l'on emploie le four rotatif, on doit, au contraire, concasser finement le charbon puis le réduire en poudre impalpable au moyen d'appareils absorbant environ 30 chevaux par tonne broyée. De plus, on est obligé de sécher au préalable ce charbon et, par conséquent, de consacrer à cette opération une certaine proportion de combustible. On est donc en droit d'attendre du four vertical automatique des résultats très intéressants en ce qui concerne le prix de revient. La description des dispositifs employés pour réaliser l'enfournement et le défournement automatiques sort du cadre de cette étude, mais l'on doit signaler que, dans cette voie, nous



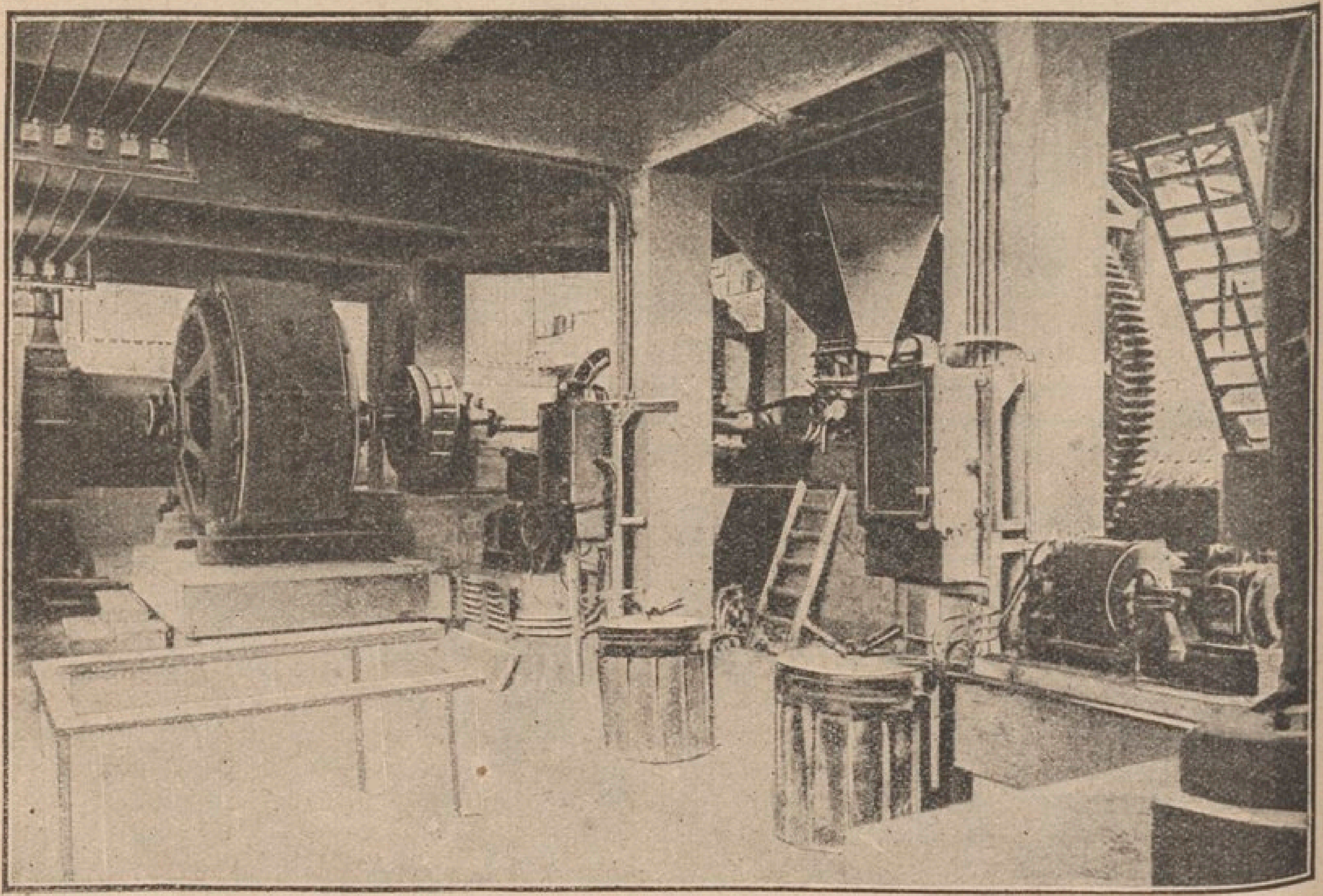
BROYEURS COMPOUND POUR LE BROYAGE DES CLINKERS

La cuisson du mélange de carbonate de chaux et d'argile dans les fours des usines à ciments fournit une matière vitrifiée à laquelle on a donné le nom de « clinkers » (mâchefer) et dont le broyage donne le ciment Portland. La poudre sortant de l'atelier de broyage est ensuite « silotée », mise en sacs et expédiée.



ATELIER DE BROYAGE DES MATIÈRES PREMIÈRES DANS UNE USINE A CIMENT

La poudre obtenue par ce procédé doit être d'une finesse comparable à celle de la farine de froment.



LES BROYEURS DE CET ATELIER SONT ACTIONNÉS ÉLECTRIQUEMENT

Grâce à l'emploi de moteurs électriques spécialement construits et ne tournant qu'à 160 tours par minute, les broyeurs sont attaqués sans embrayage ni courroie, d'où une simplification intéressante.

n'avons pas été distancés par l'étranger, et qu'il existe des enfourneuses et des défourneuses automatiques d'invention purement française et qui donnent toute satisfaction.

Quel que soit le type du four employé — rotatif ou vertical — il ne saurait être question de broyer les clinkers aussitôt après le défournement. Ceux-ci contiennent, en effet, une très faible proportion de chaux libre en vertu de la technique suivie en général pour les mélanges et pour la cuisson.

Cette chaux libre doit être hydratée avant broyage, sinon ce phénomène se produirait au moment de l'emploi. Les maçonneries se désagrégeraient donc par suite de l'augmentation de volume qui accompagne l'hydratation, d'où de graves mécomptes pour les entrepreneurs au cours de leurs travaux.

Les clinkers sont mis en tas, après leur passage sous un filet d'eau qui neutralise la chaux. Ces opérations se font mécaniquement afin de diminuer leur prix de revient. La réserve de clinkers en tas est assez considérable pour qu'ils se reposent pendant un mois environ, ce qui permet à l'eau de saturer peu à peu la chaux libre. On parvient ainsi à supprimer tout gonflement ultérieur.

La reprise des clinkers s'opère automatiquement au moyen de couloirs transporteurs animés d'un mouvement de va-et-vient d'allure semblable au jet de pelle. Il existe des transporteurs de ce type, d'invention française, dont la simplicité et la sûreté de marche sont absolument remarquables.

Les clinkers sont ensuite dirigés vers les broyeurs dont on trouve de nombreux types. On utilisait autrefois de meules en silex, analogues à celles qui servent pour la mouture du blé. Ces engins ont été remplacés par des broyeurs « à boulets » tournant dans une auge, ou « à anneaux », à l'intérieur desquels circulent des galets qui écrasent la matière par pression contre l'anneau. Ces derniers appareils, encore employés aux Etats-Unis, sont sujets à des visites et à des démontages fréquents, nécessités par le changement des organes usés. Or, dans une fabrique de ciment, il est très important, voire même d'intérêt vital, de réaliser une marche régulière et uniforme. C'est pourquoi,

ATELIER DE BROYAGE DES MATIÈRES PREMIÈRES AVANT CUISSON

On voit ici une application très intéressante de broyeurs compound à la fabrication des ciments artificiels par voie sèche. Elle permet d obtenir des produits très réguliers tout en réalisant une importante économie.

malgré une légère augmentation de force motrice par rapport aux broyeurs ci-dessus, on préfère, actuellement, opérer la mouture des clinkers dans des broyeurs à boulets ou dans des « tubes », appareils simples et rustiques qui conviennent on ne peut mieux à l'industrie du ciment comme à celle de l'or.

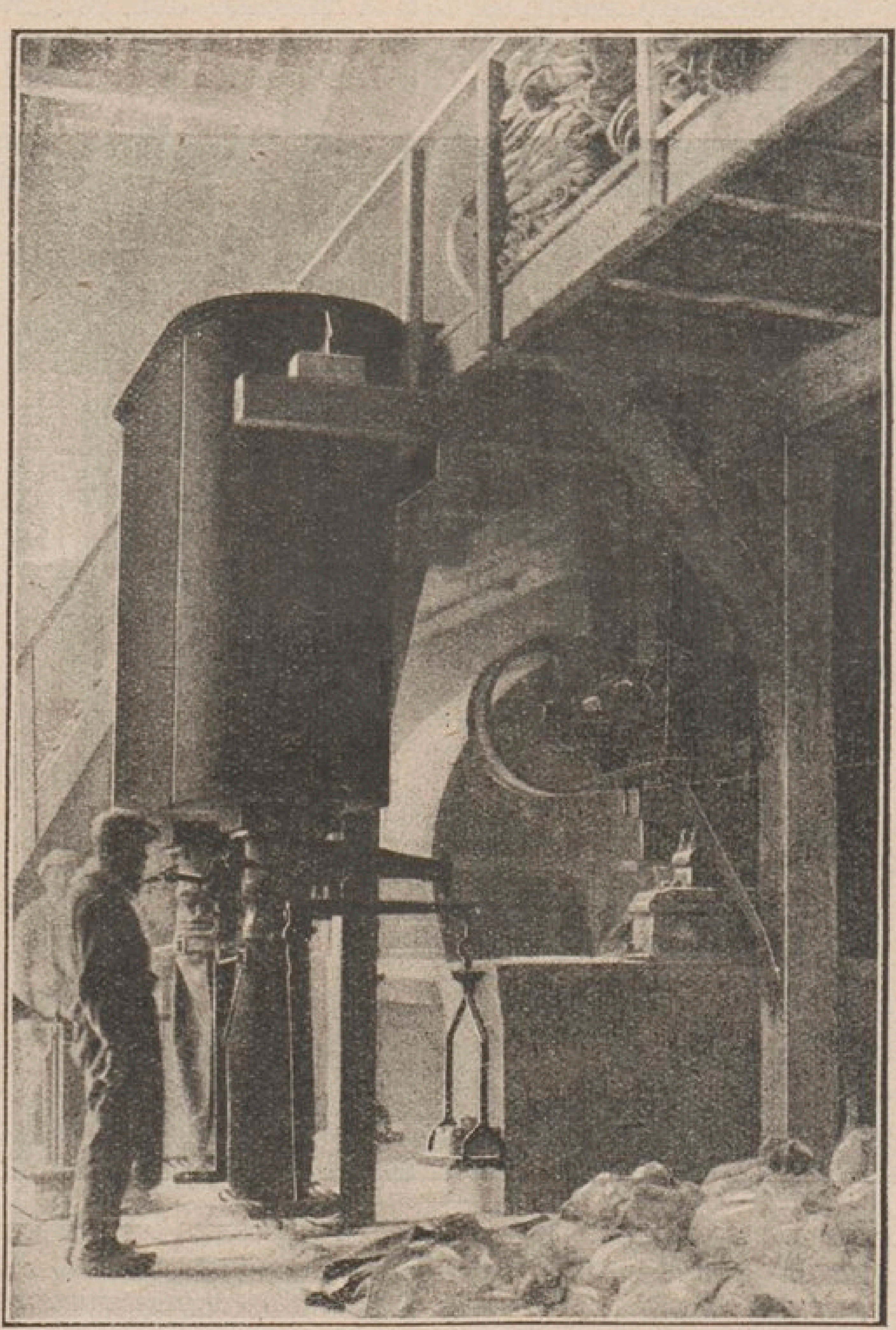
La matière pénètre dans un broyeur à boulets sous la forme de morceaux de cinq à six centimètres de diamètre environ. Le corps de l'appareil est constitué par une capacité cylindrique, blindée au moyen de plaques de fonte ou d'acier, qui renferme une certaine quantité de lourds boulets d'acier et qu'un train d'engrenages fait tourner autour de son axe ; les boulets se déplacent alors en martelant la matière à traiter qui sort à l'autre extrémité du broyeur en fragments de quatre à cinq millimètres. Ces morceaux sont introduits dans un second broyeur appelé tube finisseur, formé d'un long cylindre de six à huit mètres de longueur, rempli de galets de silex, ramassés au bord de la mer, qui transforment les clinkers par usure en une poudre fine qui est le ciment.

En réunissant sur un même tube les organes préparateurs et finisseurs, on obtient le broyeur compound, ainsi appelé par analogie avec les machines à vapeur compound où la vapeur travaille successivement dans deux cylindres. On construit, d'après des brevets français récents, des broyeurs dits « compound », qui représentent un perfectionnement important par rapport au matériel allemand.

La poussière fine est alors dirigée vers des silos de réserve où elle séjourne de quinze jours à un mois avant l'expédition. Les dernières particules de chaux libre s'hydratent ainsi et l'on est plus certain d'avoir un produit réellement stable.

Autrefois, les silos étaient vidés à la pelle. Ceux que l'on construisait en Allemagne étaient formés d'immenses trémies sous lesquelles une vis prélevait la poudre régulièrement. La construction des silos en ciment armé à fond conique et montés sur pieds étant extrêmement onéreuse, on tend à adopter un autre dispositif. Le magasin est constitué par un grand cylindre en béton armé reposant directement sur le sol et soutenu par des fondations réduites peu coûteuses. Des extracteurs, d'invention française, permettent de prélever la poudre à volonté et de l'envoyer vers l'atelier d'ensachage.

On peut également enlever le ciment au moyen d'aspirateurs d'origine danoise, dans lesquels le vide est produit par des « trompes », conjuguées avec des compresseurs. Le ciment est envoyé dans des ensacheurs-peseurs automatiques et le sac, une fois réglé, est prêt pour l'expédition par chemin de fer ou par bateau, après liage et plombage.



ENSACHAGE ET PESAGE DU CIMENT

Cette installation, qui rappelle celles que l'on peut voir dans les moulins à blé modernes, évite toute perte et toute erreur dans les expéditions faites par l'usine, par chemin de fer ou par bateau.

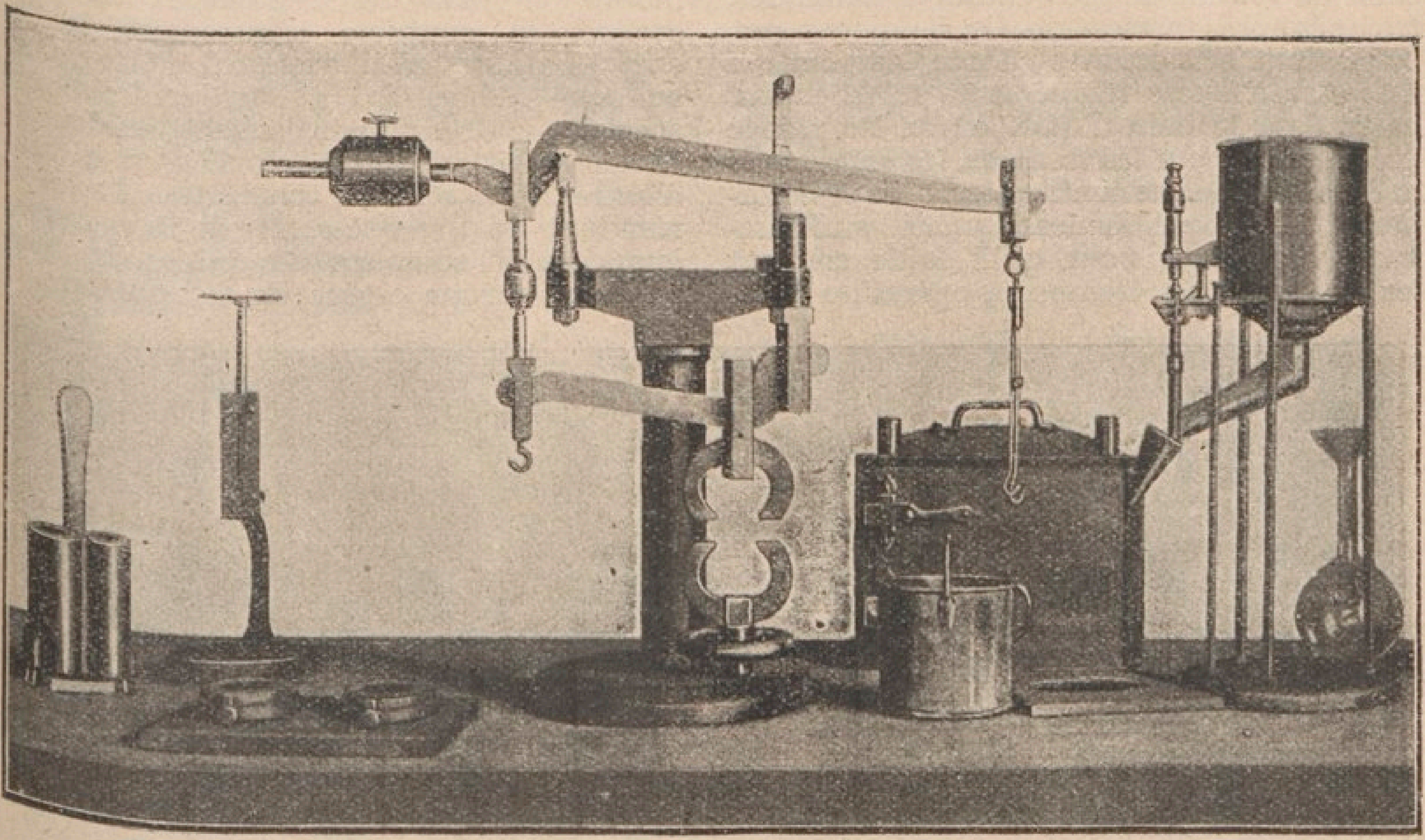
Il est très important, dans les usines à ciment, d'évacuer les poussières produites dans les ateliers au cours de la fabrication. Il est regrettable qu'en France on se soit si peu préoccupé de cette question, qui a fait l'objet de tant de recherches à l'étranger.

Pour réaliser une installation fonctionnant sans production de poussières, il faut d'abord adopter des types d'appareils en dégageant le moins possible. C'est là une vérité de la Palisse, à laquelle cependant bien peu de personnes pensent. Il existe des installations impossibles à dépoussiérer actuellement, alors qu'une tentative dans ce sens réussirait certainement si ces ateliers anciens étaient transformés et modernisés.

Le dépoussiérage, tel qu'il est actuellement pratiqué, est fondé sur le principe suivant : Lorsque les appareils sont en marche, la poussière tend à en sortir. On branche alors sur chacun d'eux un tuyau d'aspiration qui crée une dépression à l'intérieur. L'air tend à rentrer et la poussière se trouve ainsi entraînée dans une canalisation spéciale. La dépression est produite par un ventilateur qui aspire au travers de filtres généralement constitués par des manches en toile retenant la poussière et ne laissant passer que l'air purifié. Un mécanisme automatique nettoie ces manches de temps en temps.

Les méthodes précédentes s'appliquent à la fabrication des ciments dits artificiels. Les ciments « naturels » sont obtenus par la simple cuisson de certains calcaires que l'on trouve dans le sol dosés à 21 % d'argile environ. Ces calcaires, assez rares, existent notamment en Dauphiné et dans la Dordogne. On les exploite comme de véritables filons, bien que les terrains encaissants soient d'origine sédimentaire. L'exploitation par galeries est, bien entendu, assez onéreuse.

La production des ciments artificiels atteignait, en 1913, 10.000.000 de tonnes aux Etats-Unis, 4.000.000 de tonnes en Allemagne, 2.500.000 tonnes en Angleterre, 1.500.000 tonnes en Belgique, et, en France, seulement 800.000 tonnes, dont la plus grande partie venait des usines du Boulonnais. Les autres régions productrices étaient les environs de Paris, l'Yonne, l'Isère et les Bouches-du-Rhône. Il existe aussi des usines importantes dans quelques-unes de nos grandes colonies, notamment en Algérie (Pointe Pescade et Rivet, près Alger), au Maroc (Casablanca), en Indo-Chine (Haïphong).



APPAREILS SERVANT A L'ESSAI PHYSIQUE DES CIMENTS AVANT L'EMPLOI

Au milieu est représenté l'appareil Michaelis, que l'on utilise pour les essais à la traction et à la rupture de petits blocs-éprouvettes de ciment, exactement dimensionnés, après durcissement et prise complets.

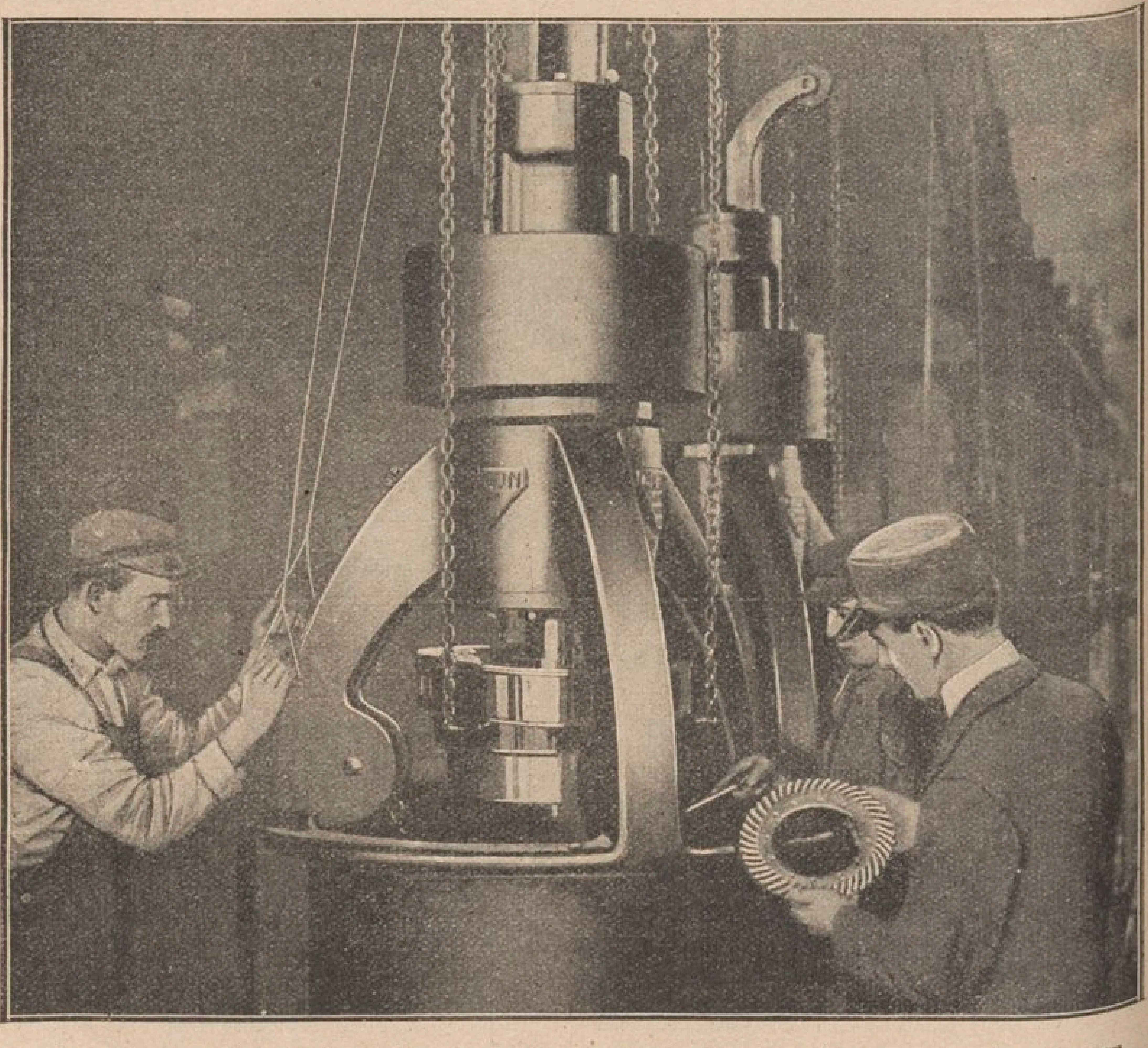
En résumé, il est probable que les travaux de reconstruction entrepris dans les régions libérées nécessiteront, en France, des augmentations de production des usines actuelles et même la création de nouvelles fabriques qui deviendront bientôt prospères.

Guillaume Perchemont.

UN PERFECTIONNEMENT A LA FABRICATION DES ENGRENAGES ET ROUES DENTÉES

Après taillage, les engrenages subissent un traitement à chaud qui a pour but de les durcir ; ils sont, en somme, comme tout outil ou toute pièce devant subir ou fournir de gros efforts dynamiques, trempés après fabrication. Or, il advient que, en passant brusquement d'une température très élevée à une température relativement basse dans le bain d'huile où on les plonge précisément pour les tremper, les engrenages se déforment en se contractant ; ils se déforment imperceptiblement, mais suffisamment cependant pour qu'il faille souvent les ajuster après trempage, opération laborieuse et délicate qui ne rectifie la déformation signalée que d'une manière imparfaite.

Pour obvier à cet inconvénient, on a adopté récemment, dans l'industrie automobile et pour les engrenages de pont arrière, la coutume d'introduire lesdits engrenages, quand ils viennent d'être portés au rouge, dans des presses hydrauliques spéciales qui les maintiennent solidement durant qu'ils se refroidissent dans le bain d'huile. De la sorte, la contraction du métal résultant du brusque écart de température auquel sont soumises ces pièces, ne peut produire aucune espèce de déformation.



PRESSE EMPLOYÉE POUR EMPÊCHER LES ENGRENAGES DE SE DÉFORMER APRÈS TREMPE

Pour empêcher les engrenages de se déformer en se contractant, quand on les refroidit brusquement dans un bain d'huile après les avoir portés au rouge, on a coutume maintenant, dans certains établissements métallurgiques, de les introduire dans des presses qui les maintiennent solidement durant l'opération de la trempe.

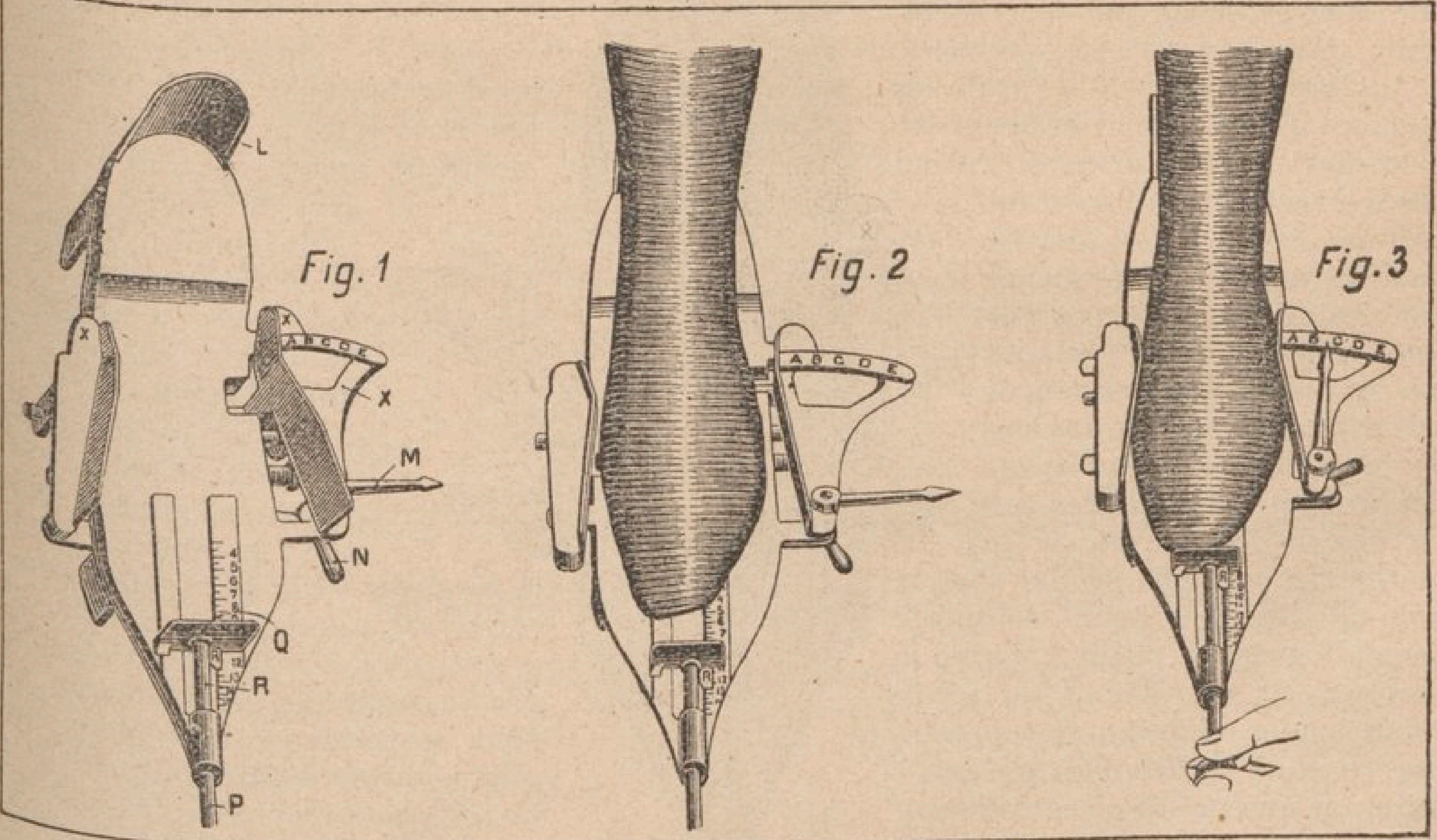
COMMENT LES TROUPES AMÉRICAINES FURENT CHAUSSÉES CORRECTEMENT AVANT LEUR DÉPART POUR LA FRANCE

Par Austin LESCARBOURA

Le soldat qui a mal aux pieds souffre physiquement et mentalement à chaque pas. Si grand soit son courage, on ne peut pas plus compter sur lui qu'il ne peut lui-même songer à accomplir un acte de bravoure exigeant un effort soutenu et un moral inattaqué. Or, tout soldat portant des chaussures qui le blessent se trouve dans ce cas dès qu'il a tant soit peu marché, et ce cas fut celui d'innombrables fantassins.

Que ce soit par vanité, par impossibilité de se procurer dans les magasins des souliers qui lui aillent, par ignorance de sa pointure et des conditions de la marche dans des chaussures rigides et lourdes, par indifférence ou incurie de ceux qui sont chargés de l'équiper, ou par toute autre cause, le soldat est presque toujours chaussé de brodequins trop courts. Si l'on tient compte, en outre, de ce que beaucoup de militaires occupaient, dans le civil, des postes sédentaires, ne pratiquant que peu ou pas du tout les sports et avaient accoutumé leurs pieds à des chaussures toujours très fines, on conviendra qu'ils durent être considérablement nombreux ceux qui, au cours de l'interminable guerre, souffrirent de leurs cors, de leurs oignons, durillons et autres protubérances.

Le soldat français — mais le malheur de l'un ne console pas de celui de l'autre — ne fut pas le seul à être souvent mal chaussé ; seulement, tandis qu'en France, on regardait



MÉTHODE A SUIVRE POUR UTILISER CORRECTEMENT L'APPAREIL A MESURER LA POINTURE

La figure 1 montre l'appareil, lequel est construit sur des données rigoureusement scientifiques ; il comporte une semelle, un contrefort, deux guides latéraux et, en bout de pied, un butoir réglable, avec deux index pour interpréter les mouvements des guides et du butoir. La figure 2 indique comment le pied doit être posé dans l'appareil, c'est-à-dire bien dans l'axe de ce dernier ; enfin, la figure 3 montre comment les guides et le butoir étant en contact avec le pied, on peut obtenir la mesure de la pointure.

le fait avec indifférence, sans chercher tout au moins à y remédier d'une façon rationnelle, nos alliés d'Amérique étudiaient de très près la question, tant pour épargner d'inutiles souffrances à ceux qui devaient, par la force des choses, en subir bien d'autres, que pour diminuer un déchet important dans les forces combattantes qu'ils avaient recrutées.

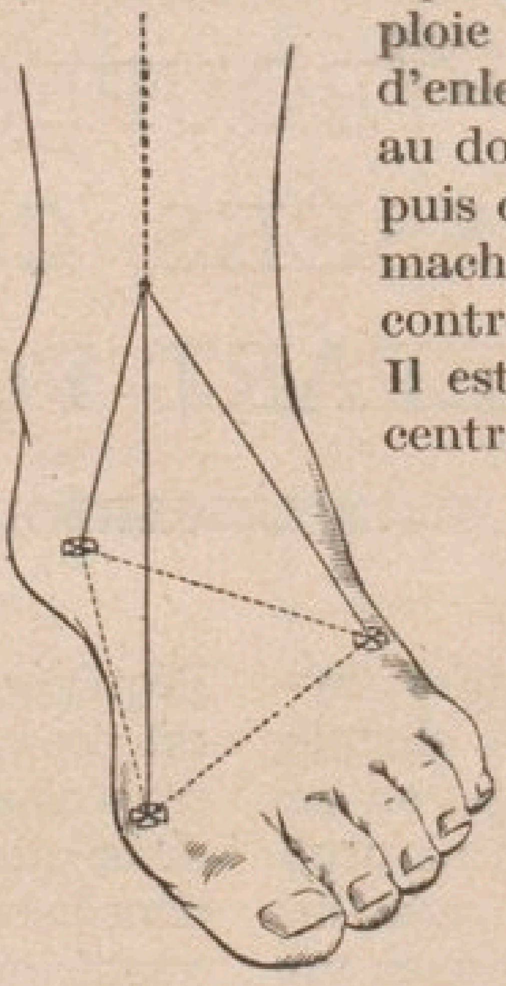
D'une enquête entreprise simultanément dans les divers camps d'instruction, les autorités américaines avaient appris que le nombre des recrues chaussées de brodequins trop courts représentait 71,29 % de l'effectif total, que 9,84 % des soldats en instruction portaient des brodequins trop grands et que 18,87 % seulement des effectifs étaient chaussés correctement en vue de la marche.

Il n'en fallait pas davantage pour convaincre les autorités américaines qu'une réforme radicale s'imposait, tant en ce qui concernait la méthode suivie dans les magasins d'habillement pour prendre — ou plutôt se dispenser de prendre — la mesure de la pointure des brodequins à délivrer, que dans la façon par trop empirique de calculer cette pointure.

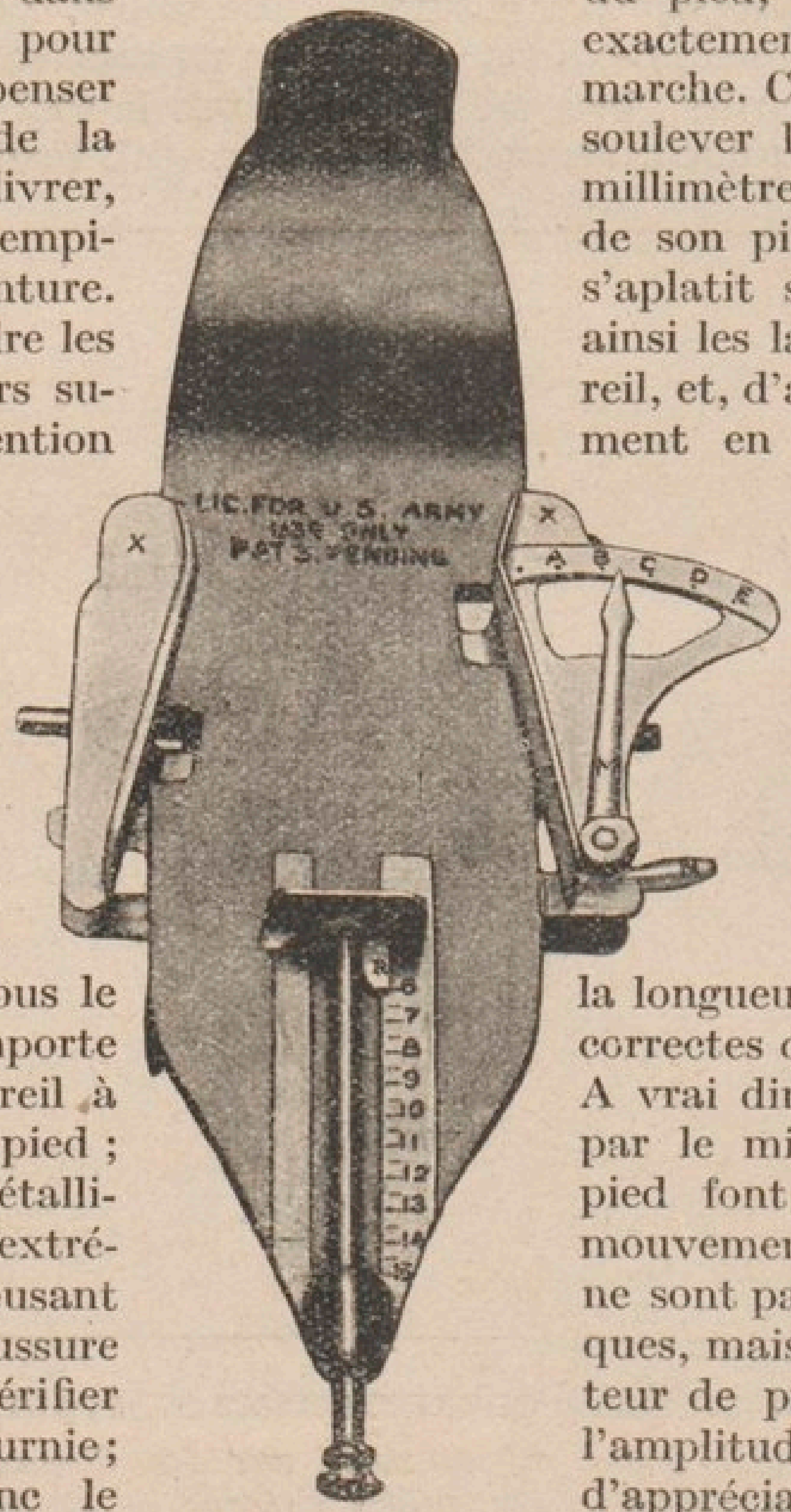
Après avoir rappelé à l'ordre les officiers d'habillement et leurs subalternes et rédigé à leur intention des instructions qu'il leur fut ordonné de suivre à la lettre, la direction de l'intendance américaine (Quartermaster General Department) adopta un système rigoureusement scientifique pour la mesure de la pointure et l'essayage des brodequins à délivrer aux recrues de l'armée et de la marine. Ce système, connu sous le nom de «Resco System», comporte deux éléments : 1° un appareil à mesurer les dimensions du pied ; 2° un jeu de minces lames métalliques, terminées chacune à une extrémité par une petite pièce épousant la forme du bout de la chaussure et constituant l'appareil à vérifier l'exactitude de la pointure fournie; ce second appareil est donc le complément du premier.

La machine à prendre la mesure du pied a été construite sur des données scientifiques correspondant à la forme d'un pied normal. Voici comment on l'emploie : l'opérateur requiert le militaire d'enlever ses chaussures, de mettre sac au dos et de prendre son fusil en main, puis de placer son pied sur la base de la machine de manière à appuyer du talon contre la partie qui en épouse la forme. Il est essentiel que le pied soit bien au centre de l'appareil, c'est-à-dire que la ligne imaginaire allant du talon à l'extrémité du pied en passant par le centre de ce dernier corresponde à la ligne tracée dans le fond de l'appareil, suivant le grand axe. L'opérateur pousse alors les deux lames latérales contre les côtés du pied ; il déplace également la tige qui se trouve en avant de l'appareil jusqu'à ce que le butoir qui la termine touche l'extrémité du pied. Le soldat est prié ensuite, en s'aidant d'une courroie suspendue au-dessus de lui pour conserver son équilibre, de fléchir plusieurs fois sur la pointe du pied, ce qui reproduit assez exactement le mouvement de la marche. Ce faisant, il est amené à soulever le talon d'environ douze millimètres, tandis que la pointe de son pied, d'une part, s'élargit, s'aplatit si l'on préfère, écartant ainsi les lames latérales de l'appareil, et, d'autre part, s'étend légèrement en avant, ce qui a pour effet de repousser d'une égale quantité le butoir de la tige antérieure; ces deux extensions longitudinale et latérale sont immédiatement indiquées par les index qui interprètent les mouvements des lames et de la tige ; le premier donne la longueur et le second la largeur correctes du brodequin à délivrer. A vrai dire, les flexions exécutées par le militaire sur la pointe du pied font décrire aux index des mouvements dont les amplitudes ne sont pas rigoureusement identiques, mais il appartient à l'opérateur de prendre, dans chaque cas, l'amplitude moyenne comme base d'appréciation de la mesure.

Lorsqu'une paire de brodequins de pointure conforme aux deux mesures obtenues avec l'appareil

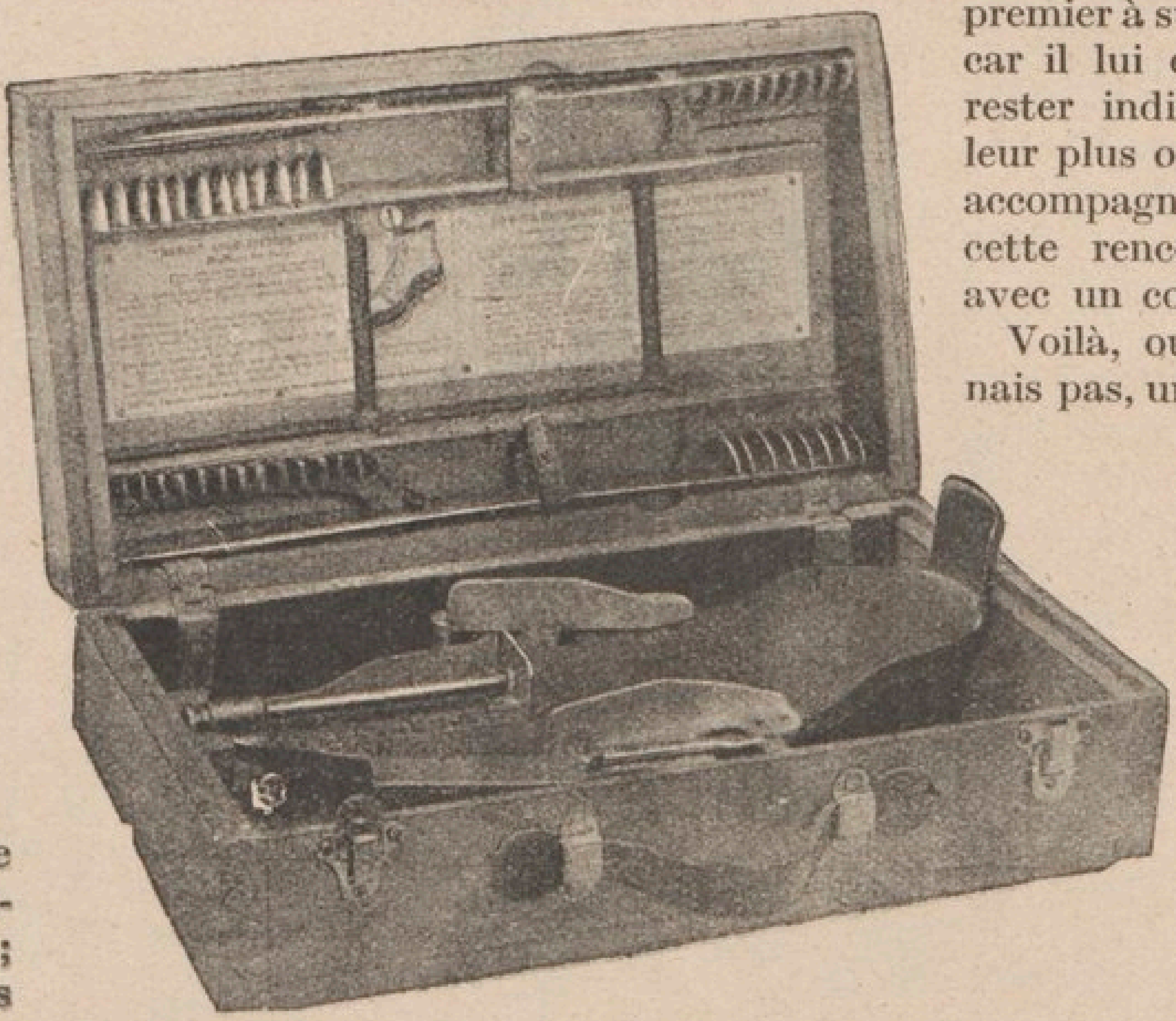


COMMENT LE PIED MAINTIENT L'ÉQUILIBRE DU CORPS



CET APPAREIL A ÉTÉ ADOPTÉ PAR LES AMÉRICAINS

en question a été choisie, on introduit dans chaque soulier une lame de dimension correspondante en poussant l'extrémité munie de la pièce métallique au fond de la chaussure, vers le bout, et en arc-boutant la lame de manière à caler l'autre extrémité contre l'intérieur du talon, comme on procède, en somme, avec certains modèles de formes pour chaussures. Le soldat se chausse ensuite et lace ses brodequins serré ; la lame, dans chaque chaussure, repose ainsi à plat dans le fond, sous la chaussette, en épousant exactement la conformation de la voûte du pied. La petite pièce métallique occupe, d'autre part, l'espace qui doit être libre entre l'extrémité des orteils et le bout de la chaussure lorsque la pointure est exactement celle qui convient. Il faut remarquer à ce sujet que même lorsque l'extension en avant du pied se produit, du fait de la marche, cet espace libre doit subsister en partie, l'extrémité des orteils ne devant jamais entrer en contact avec le bout de la chaussure. Si donc le soldat, qui est requis de marcher avec les lames en place dans ses brodequins, se plaint de ce que ses orteils touchent les pièces du bout, on lui délivre une paire de souliers de pointure plus grande. Il est, d'ailleurs, le premier à suggérer l'échange, car il lui est impossible de rester indifférent à la douleur plus ou moins vive qui accompagne inévitablement cette rencontre des orteils avec un corps dur.



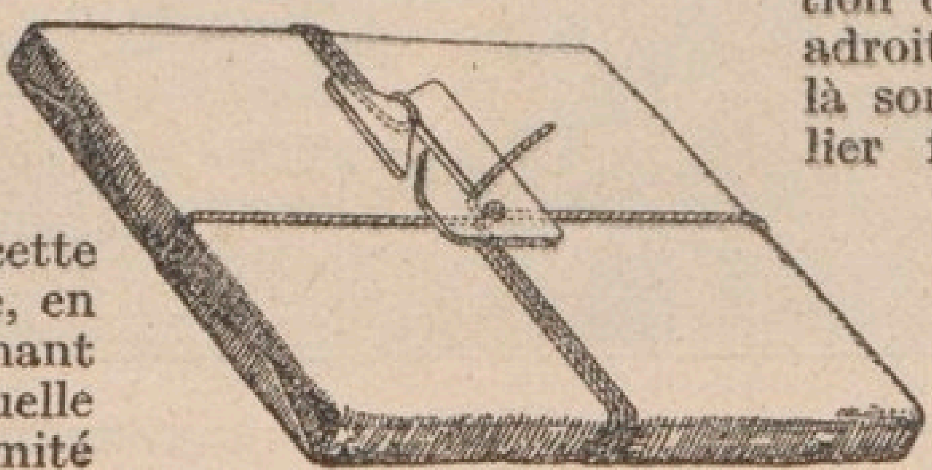
CETTE BOITE RENFERME L'APPAREIL A MESURER LA POINTURE DES BRODEQUINS MILITAIRES ET SON ASSORTIMENT DE LAMES VÉRIFICATRICES

Voilà, ou je ne m'y connais pas, une méthode scientifique et vraiment pratique de mesurer la pointure des brodequins militaires, mais, j'y songe, nous ne sommes plus militaires et voici que nombre de nous cèdent à nouveau à la vanité de « faire petit pied » (je ne parle que de la gente masculine, car chacun sait que jamais de sa vie une femme n'a acheté des chaussures trop courtes). Ne serait-il pas logique que, pour nous prémunir contre ce déplorable travers, quand cela ne serait simplement que pour nous libérer du souci d'indiquer une pointure dont nous ne nous souvenons jamais, nos marchands de chaussures empruntassent au « Quartermaster General » américain son appareil épatant si toutefois il veut bien condescendre à le leur céder ? Nous trouverions tous ainsi « chaussure à notre pied ».

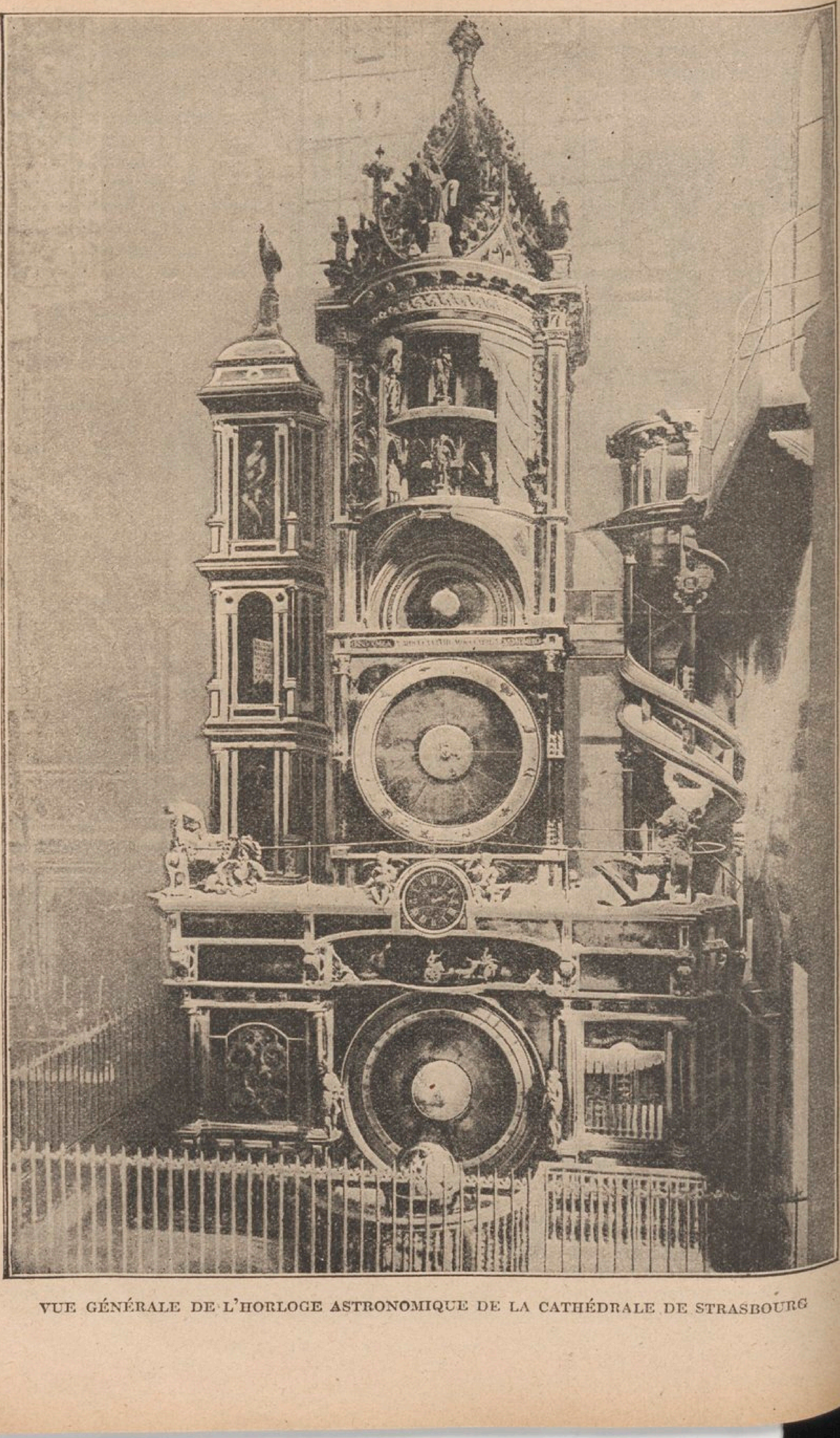
AUSTIN LESCARBOURA

POUR LIER ET DÉLIER FACILEMENT UN PAQUET

CET E invention de M. Washington Stout, des Etats-Unis, consiste en une mince plaquette en métal ou en bois. Cette plaquette est percée d'un trou permettant d'assujettir l'une des extrémités de la corde de liage (en faisant, par exemple, un nœud, au bout de cette extrémité) et est pourvue, en outre, d'une fente dessinant une sorte de Z dans laquelle on engage l'autre extrémité de la corde lorsque le paquet est lié. Point n'est besoin d'attacher cette extrémité.



Ce petit dispositif, qui évite la complication de nœuds plus ou moins adroitement faits, permet, c'est là son grand avantage, de délier facilement le paquet et d'utiliser à nouveau la corde qui le liait. Bien entendu, il y a tout intérêt à sceller à la cire le bout de corde qui sort de la plaque.



VUE GÉNÉRALE DE L'HORLOGE ASTRONOMIQUE DE LA CATHÉDRALE DE STRASBOURG

LE MÉCANISME DE L'HORLOGE DE LA CATHÉDRALE DE STRASBOURG

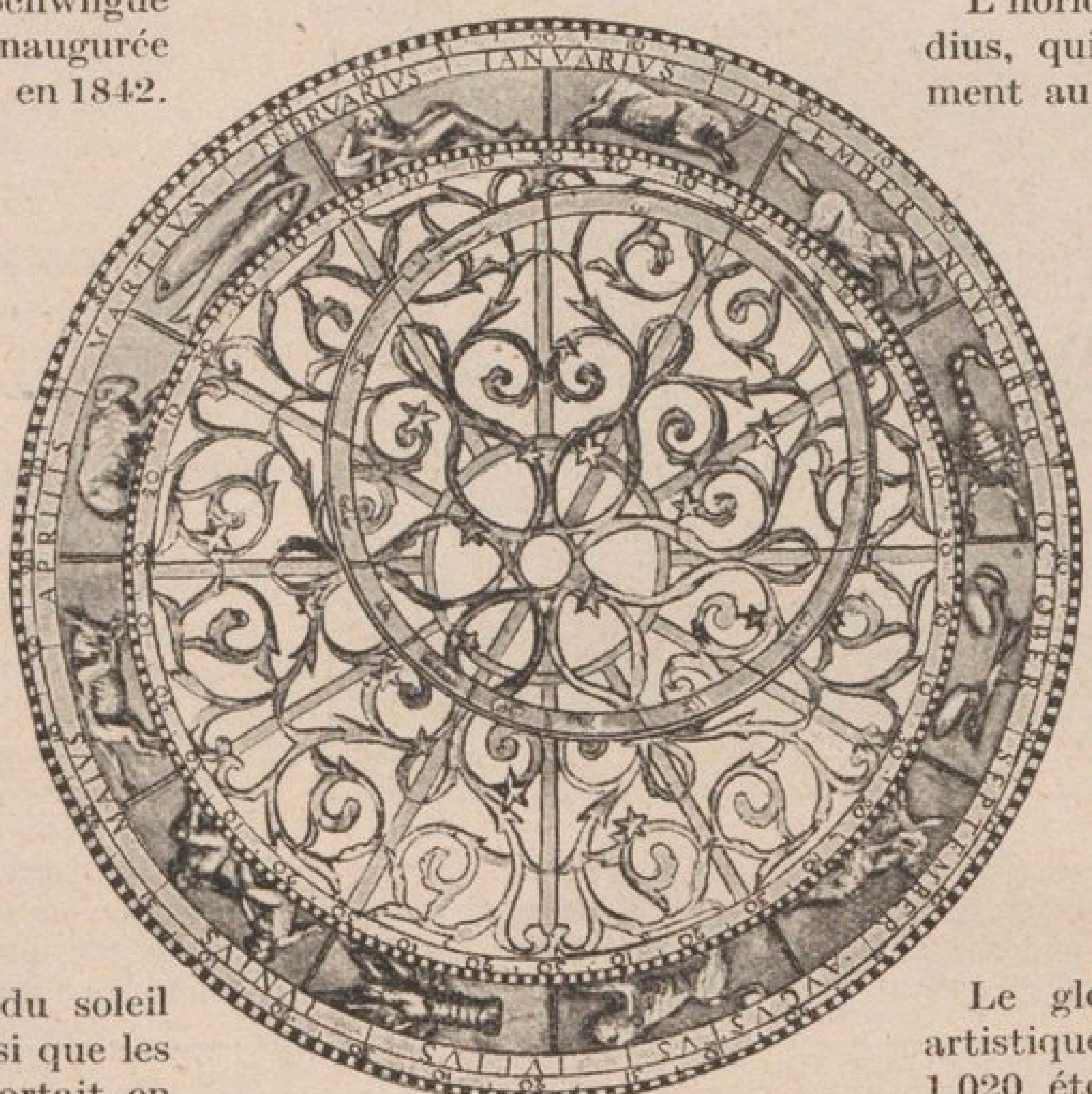
Par François DELOURCHE

L'HORLOGE astronomique de la cathédrale de Strasbourg est certainement la plus curieuse du monde entier.

Il y eut successivement dans cette grande église trois horloges astronomiques de valeurs fort inégales, dont la dernière, la merveille actuelle, construite par le Français Jean-Baptiste Schwilgué (1776-1856), fut inaugurée en grande pompe en 1842.

La première horloge de la cathédrale, installée en 1354, sous l'évêque Jean de Lichtenberg, était logée dans un meuble de bois placé en face du véritable monument actuel. Elle était, semble-t-il, essentiellement constituée par un astrolabe dont les aiguilles indiquaient les mouvements du soleil et de la lune, ainsi que les heures; elle comportait, en outre, un calendrier non perpétuel, une scène automatique représentant la salutation des Mages à la Vierge, un coq gaulois chantant et un carillon.

La cathédrale de Strasbourg est la propriété d'une vieille institution connue sous le nom d'Œuvre Notre-Dame. En 1547, les directeurs de cette association chargèrent Chrétien Herlin, Michel Herr, et Nicolas Buckner de dresser les plans d'une horloge astronomique monumentale qu'ils voulaient faire exécuter, mais la mort et les troubles religieux empêchèrent les mécaniciens de terminer leur tâche.



« ARAIGNÉE » D'UNE HORLOGE ASTRONOMIQUE

Ce cercle d'astrolabe, artistement ajouré et décoré, comporte douze bras rectilignes correspondant chacun à un des douze signes du zodiaque.

En 1570, le mathématicien Conrad Rauhfuss, dit « Dasypodius », reprit le projet de Chrétien Herlin avec la collaboration de l'astronome David Wolkenstein, de Breslau. Il choisit, comme artistes-mécaniciens, les frères Isaac et Josias Habrecht, de Schaffhouse. L'inauguration eut lieu dès le 24 juin 1574.

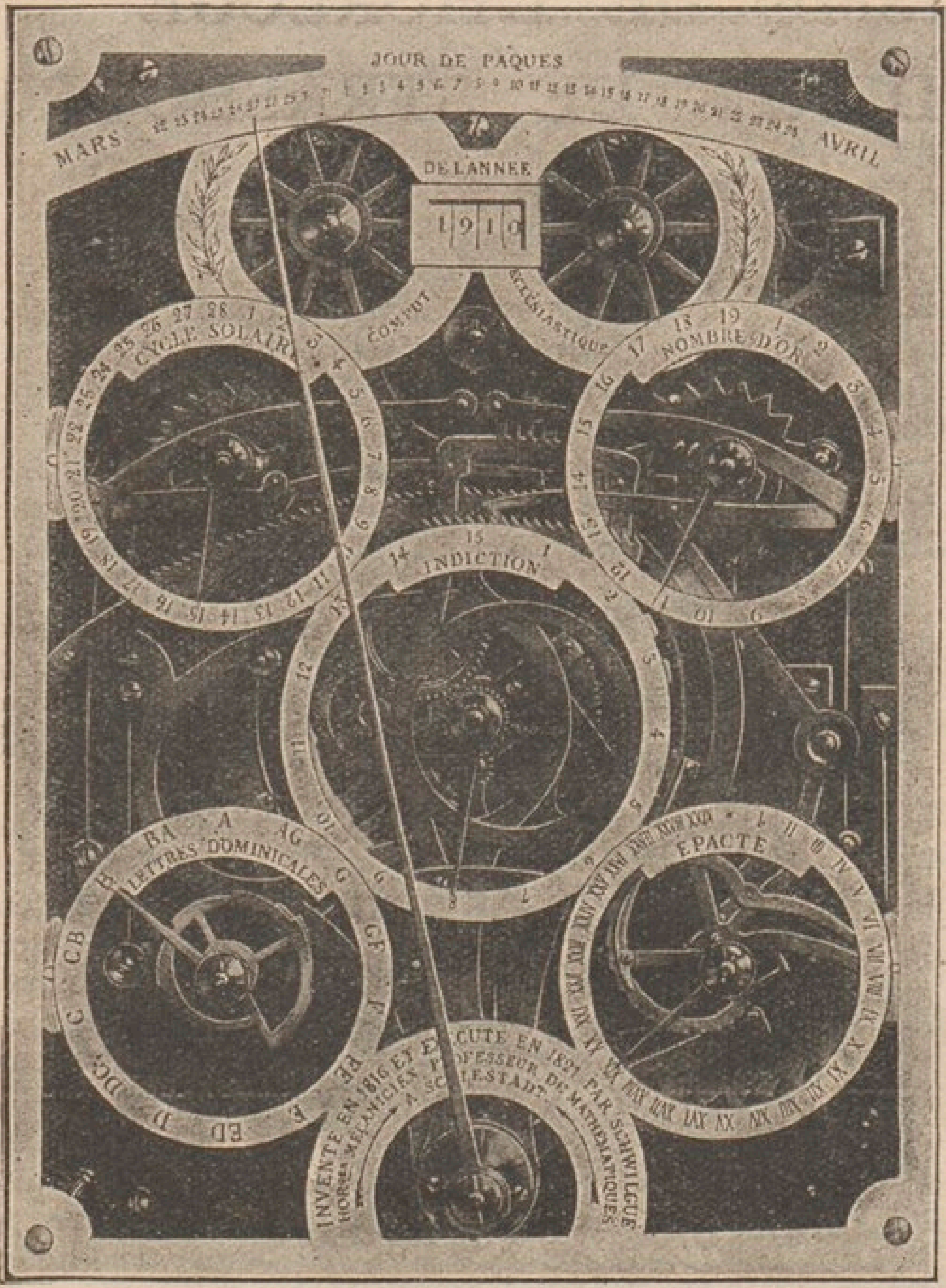
L'horloge de Dasypodius, qui figure actuellement au musée de l'Œuvre Notre-Dame, comprend un calendrier mécanique placé à l'arrière d'un globe céleste; un astrolabe, surmonté des phases de la lune, diverses scènes automatiques et un coq chantant perché au sommet de la tourelle qui renferme les gros poids moteurs de l'horloge.

Le globe céleste, très artistique, indiquant les 1.020 étoiles connues du temps de Ptolémée, groupées en quarante-huit constellations, tournait sur son axe, pendant qu'autour de lui, le soleil évoluait en vingt-quatre heures environ et la lune en vingt-cinq heures. Le calendrier, d'un système assez peu précis, ayant trois mètres de diamètre, se composait de deux couronnes mobiles concentriques et d'un disque central fixe.

Deux restaurations successives furent exécutées à cette horloge en 1669 et en 1752, mais les mécanismes usés par un long fonctionnement, cessèrent de marcher dès 1789.

La reconstruction complète de cette mer-

COMPUT ECCLÉSIASTIQUE OU CALENDRIER PERPÉTUEL IMAGINÉ ET CONSTRUIT PAR SCHWILGUÉ POUR L'HORLOGE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG



Cette merveille de mécanique fournit l'indication des fêtes mobiles et, notamment, celle de la fête de Pâques. Le comput comporte le nombre d'or, le cycle solaire, l'indiction romaine, l'épacte et les lettres dominicales. L'épacte est le nombre qui exprime en jours l'âge de la lune au début d'une année. La date de la fête de Pâques a été fixée comme suit par décision du concile de Nicée : dimanche après la pleine lune qui suit l'équinoxe du printemps. Pour connaître la date de la fête de Pâques pour une année déterminée, on cherche l'épacte et la lettre dominicale de cette année. Le premier jour correspondant à l'épacte trouvée, après le 7 mars, est le premier de la Lune pascale, et le premier jour qui vient ensuite répondre à la lettre dominicale est le jour de Pâques. La lettre dominicale est la lettre qui désigne le dimanche pendant toute la durée de l'année (excepté les années bissextiles), d'après le rapport du premier dimanche avec le 1er janvier. — Le cycle solaire est constitué par une période de vingt-huit années juliennes ; sa propriété est de ramener, après cet intervalle, les mêmes jours de la semaine aux mêmes dates du mois, à condition que l'on tienne compte du jour supprimé dans les années séculaires non bissextiles. Le nombre d'or sert à désigner chacune des années du cycle lunaire de dix-neuf ans du calendrier grégorien. Le cycle d'indiction romaine est une période de quinze années juliennes servant au prélèvement d'un impôt extraordinaire. L'horloge de Strasbourg indique sur des cadrans le rang de chaque année dans les trois cycles solaire, lunaire et d'indiction romaine.

veille fut le but unique de l'existence de l'horloger strasbourgeois Jean-Baptiste Schwilgué.

Commencée le 24 juin 1838, l'horloge de Schwilgué fut terminée et marcha pour la première fois le dimanche 2 octobre 1842. Elle avait coûté environ 102.000 francs.

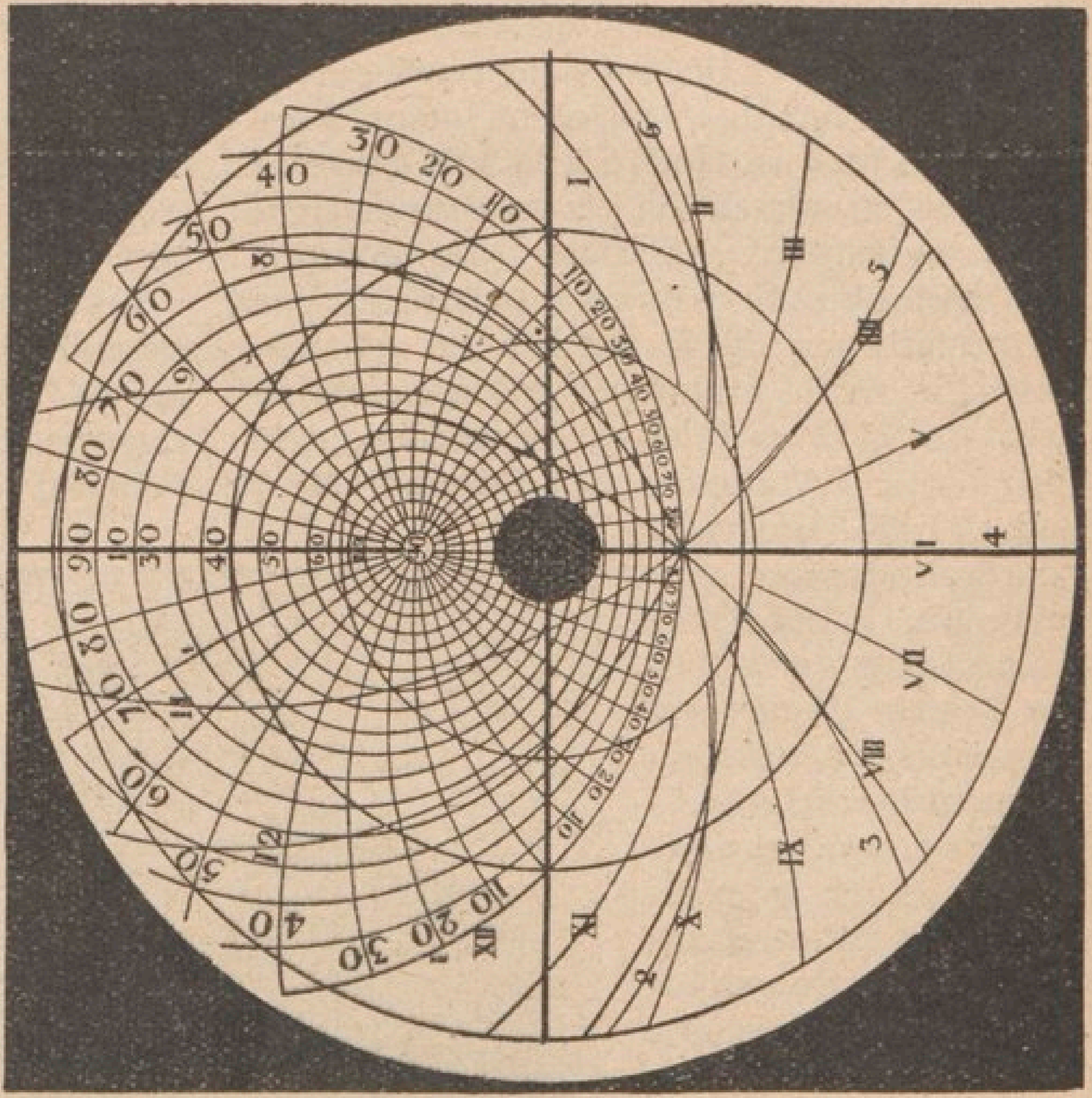
L'horloge de Strasbourg, telle que l'a construite Schwilgué, comprend deux catégories de mécanismes distincts, à savoir : les automates et les instruments scientifiques.

Les automates sont, outre le coq traditionnel placé au-dessus du calendrier, les figures allégoriques des jours de la semaine, Apollon, Diane, Mars, Mercure, Jupiter, Vénus et Saturne. En haut, dans les deux étages qui surmontent celui des phases de la lune, figurent d'abord les quatre âges de la vie sonnant les quarts, tandis que la Mort, impitoyable, se réserve les heures, puis, au-dessus, a lieu le défilé des apôtres devant le Christ, à midi. Les instruments scientifiques sont très remarquables, mais ils ne fonctionnent souvent qu'à des heures indues, et ils se meuvent avec une extrême lenteur qui se prête très peu à l'admiration populaire.

En avant, est placé un grand globe céleste qui a remplacé celui de Dasypodius. Cinq mille étoiles environ, des six premières grandeurs, groupées en cent-dix constellations, sont piquées sur la sphère qui tourne sur son axe en un jour sidéral dont elle indique les heures sur un petit cadran. Elle entraîne avec

elle l'équateur, l'écliptique, les cercles des solstices et des équinoxes, le méridien et l'horizon restant fixes autour d'elle. Cette disposition donne automatiquement les levers, couchers et passages au méridien de certaines étoiles visibles à Strasbourg.

Les mouvements des cercles dont on vient de parler constituent une des particularités les plus curieuses de l'horloge. Ils subissent, en effet, une rétrogradation extrêmement peu marquée qui les fera retarder d'une révolution complète en 25.804 ans, de manière à tenir compte de la précession des équinoxes dans les indications astronomiques. L'artiste strasbourgeois a pu réaliser un pareil mouvement en utilisant, pour la division de ses engrenages, une machine à diviser de son invention, qui permet de partager exactement la circonférence en dix millions de parties sans chance d'erreur.



PARTIE FIXE OU « SAFIHA » D'UN ASTROLABE

Ce tracé correspond à l'astrolabe faisant partie de l'horloge astronomique que l'on peut voir dans la cathédrale de Lyon. Il donne la division en heures inégales.

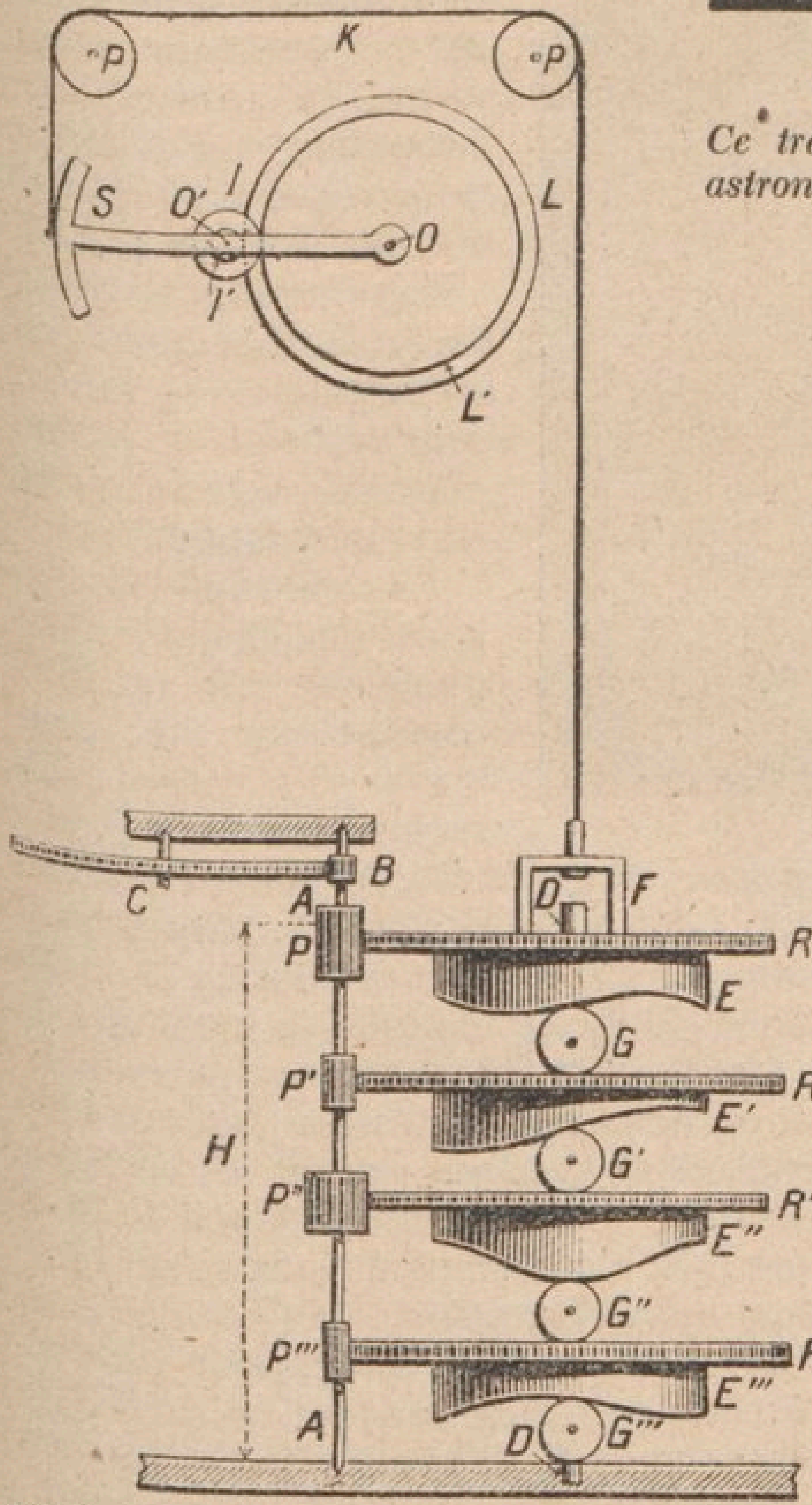


SCHÉMA DU MÉCANISME INTÉGRATEUR INVENTÉ PAR SCHWILGUÉ POUR LA CORRECTION DES MOUVEMENTS DU SOLEIL ET DE LA LUNE

(Voir dans le texte l'explication des lettres.)

En arrière de la sphère est un calendrier perpétuel très précis qui indique les années communes et bissextiles, élimine les bissextiles des trois premiers centenaires et rétablit automatiquement celle du quatrième.

Ce calendrier, constitué par une grande couronne de vingt-trois centimètres de largeur et de deux mètres soixante-dix de diamètre extérieur, indique, en outre, automatiquement les fêtes mobiles dépendant de Pâques et de l'Avent, ainsi que le jour de la fête de saint Arbogast, patron de Strasbourg, laquelle tombe un dimanche de la dernière quinzaine de juillet. A l'intérieur de cette couronne se trouvent réunies les indications relatives au temps apparent. Un cercle de deux mètres trente de diamètre, divisé en deux fois douze heures, sert à l'indication du temps solaire vrai, du lever et du coucher du soleil, et du mouvement apparent de la lune. Au centre de ce cadran est représenté l'hémisphère terrestre septentrional, orienté de telle manière que le méridien de Strasbourg se trouve dans la verticale. Les mouvements du soleil et de la lune par rapport à la terre sont réalisés avec une précision

telle et une exactitude si parfaite que les éclipses de soleil et de lune sont représentées au naturel et ont lieu seulement lorsqu'il arrive que la lune se trouve à la fois dans ses nœuds et en opposition ou en conjonction.

Les indications relatives au comput ecclésiastique sont données à perpétuité par les mécanismes de la vitrine de gauche. Schwilgué avait établi ces mécanismes en petit, de 1815 à 1821 et les avait soumis à la fois à l'Académie des Sciences et à Louis XVIII. Malgré la recommandation de Delambre, l'Académie n'apporta aucune attention à cette découverte qui, par contre, intéressa vivement le roi. Le cycle lunaire ou nombre d'or, de 19 ans, et le cycle solaire, de 28 ans, entrent en ligne de compte dans ces indications ; mais le mécanisme corrige automatiquement les *irrégularités centenaires* du second. Il corrige également toutes les irrégularités prévues par le calendrier dans le calcul des épactes. La fête de Pâques est donnée à perpétuité et on peut consulter en toute sécurité l'horloge de Schwilgué, tant à son sujet qu'à celui de ses fêtes dérivées mobiles.

Dans la vitrine qui fait pendant à celle du comput s'opère la réduction pratique des équations solaires et lunaires dont il est tenu un compte exact dans les mouvements du soleil et de la lune.

La figure schématique de la page 179 permettra d'apprécier l'ingéniosité du procédé.

Les équations modificatrices du mouvement de l'astre sont représentées par les ordonnées successives d'une série de cylindres E E' E'' E''', dont chacun représente le cycle complet de l'une d'entre elles. Ces cylindres sont fixés à des roues dentées R R' R'' R''', actionnées par des pignons P P' P'' P''' embrochés sur un arbre A A' recevant son mouvement de l'horloge par les engrenages B C. Ce mécanisme est très ingénieux.

Les roues R R' R'' R''' sont calées sur un arbre unique D D, de manière à pouvoir glisser dans le sens longitudinal sans cesser d'engrener avec les pignons correspondants. De cette façon, chaque cylindre s'appuie constamment sur le cylindre immédiatement inférieur par l'intermédiaire de l'un des quatre galets G G' G'' G''' astreints à ne se mouvoir que de haut en bas ou de bas en haut.

Les diamètres des roues R R' R'' R''' sont calculés de manière que chacune de celles-ci puisse faire un tour complet dans le temps rigoureusement exigé par le cycle correspondant à l'équation qu'elle représente.

Dans ces conditions, on voit que la hauteur H de la roue R, au-dessus du palier fixe inférieur, sur lequel roule le galet G''', est à chaque instant égale à la somme des équations particulières, augmentée de l'épaisseur constante des roues et des galets. Si l'on appelle d le diamètre d'un galet et e l'épaisseur d'une roue, la somme des équations, au nombre de n, est égale à chaque instant à $H - n\ (e+d)$.

Les accélérations ou les ralentissements résultant de ces équations sont transmis de la manière suivante au rouage correspondant de l'astre.

La roue supérieure R, porte une chape F, à laquelle est relié un fil K passant sur les poulies p p et venant s'attacher au secteur S, mobile autour du point O. Ce point est également le centre de la roue L, directement conduite par l'horloge et de la roue L', indépendante de L, et chargée de conduire la lune. Sur le bras du secteur sont montés, solidaires, deux pignons l de m dents et l' de m' dents. Si ce système, qui est un véritable « intégrateur », n'était pas relié par le fil K au secteur S, le mouvement lunaire se transmettrait sans correction, de l'horloge à la lune, par L' l', l' L'. L'intégrateur intervenant à chaque instant, abaisse ou soulève le bras du secteur S. Il résulte de ces mouvements un roulement de l' sur L, déterminant, par l'intermédiaire de l, une avance ou un retard de la roue L'. Tous ces mécanismes fonctionnent au moyen d'un moteur central.

François Delourche

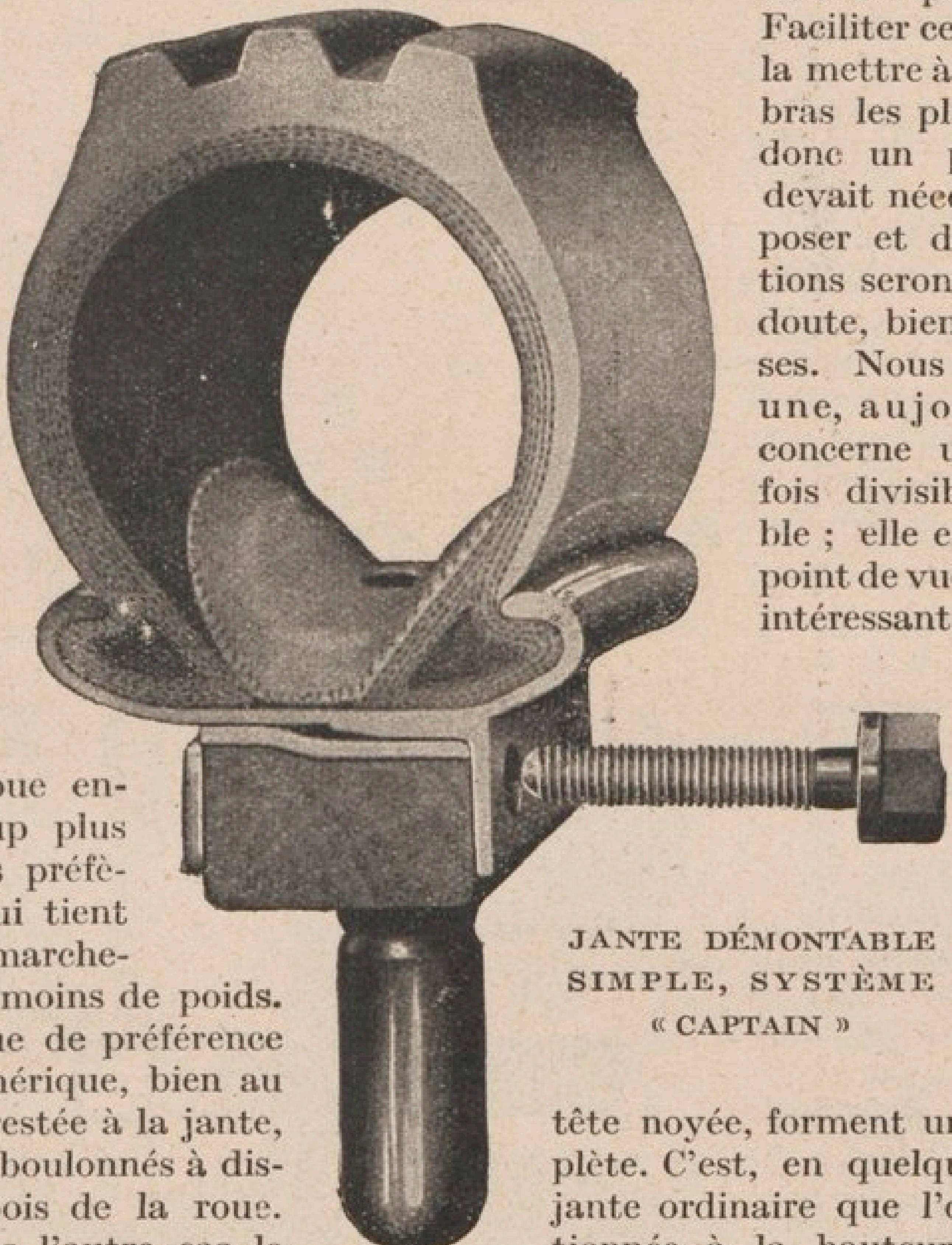
UNE JANTE DÉMONTABLE QUI PERMET LE MONTAGE DES PNEUS SANS EFFORTS NI FATIGUE

Par Charles SIVORD

Jantes et roues amovibles ou détachables ne manquent pas. Ce fut d'abord la jante seule qui pouvait se retirer de la roue où des coins spéciaux la maintenaient fixée contre un épaulement ménagé dans la frette. C'est en 1906 que cette invention apparut pour la première fois, au Grand Prix automobile de la Sarthe, où elle aida grandement à remporter la victoire celui des concurrents qui, seul, en était muni. Un peu plus tard, nous vint d'Angleterre la roue amovible, qui se détachait entièrement avec son moyeu spécial, pourvu d'ergots ou de filetages permettant la fixation immédiate de la roue qu'un seul écrou formant chapeau bloquait en quelques tours de clef sur la fusée.

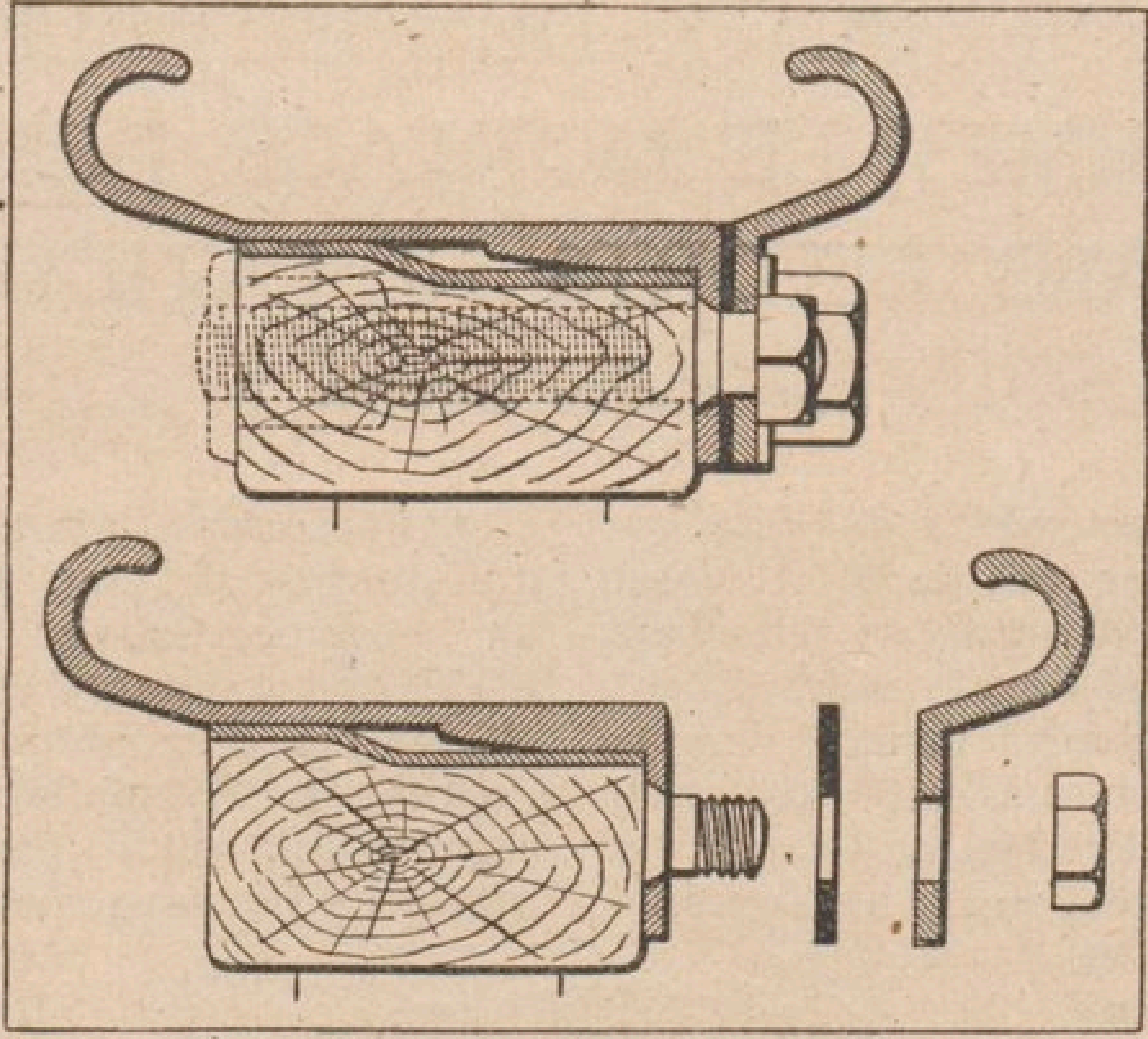
Ces deux procédés ont chacun leurs partisans. Les uns prétendent que le changement d'une roue entière s'effectue beaucoup plus rapidement ; les autres préfèrent la jante séparée, qui tient moins de place sur le marchepied de la voiture et a moins de poids. En Europe, on pratique de préférence la roue amovible. En Amérique, bien au contraire, la faveur est restée à la jante, maintenue par six coins boulonnés à distances égales sur le bois de la roue.

Dans l'un comme dans l'autre cas, le pneumatique se monte de la même façon et l'opération, qui se fait avec des leviers, présente les mêmes difficultés. Chacun sait quels efforts il faut faire, si habile qu'on soit, pour introduire les dernières parties du talon de l'enveloppe et pour ne pas pincer la chambre à air. Or, l'augmentation du prix de la vie, aussi bien des accessoires que de la main-d'œuvre, fait que bien des personnes qui, jusqu'à ce jour, se faisaient conduire ou accompagner par un mécanicien, ont décidé, par mesure d'économie, de conduire elles-mêmes leur voiture et, par conséquent, de s'exposer à tous les incidents, à tous les ennuis de la route, parmi lesquels la réparation ou le changement d'un pneumatique sont les plus fréquents. Faciliter cette opération, la mettre à la portée des bras les plus faibles est donc un problème qui devait nécessairement se poser et dont les solutions seront, sans aucun doute, bientôt nombreuses. Nous en donnons une, aujourd'hui, qui concerne une jante à la fois divisible et amovible ; elle est donc, de ce point de vue, doublement intéressante. Examinons d'abord la jante seule. Nous remarquons qu'elle se compose de deux parties qui, réunies à l'aide d'écrous et de boulons à tête noyée, forment une jante complète. C'est, en quelque sorte, une jante ordinaire que l'on aurait sectionnée à la hauteur d'un de ses bourrelets d'accrochage et dont aurait muni chacune de ces parties, sur toute la circonférence, d'un épaulement. En serrant et en boulonnant l'un contre l'autre ces deux épaulements, entre lesquels on a eu soin de mettre un joint de caoutchouc, pour éviter le passage de l'humidité, on obtient une jante complète qui pourra se poser sur la frette



JANTE DÉMONTABLE SIMPLE, SYSTÈME « CAPTAIN »

de la roue comme une jante ordinaire. On voit aisément les avantages de ce dispositif, qui permet de monter et de gonfler les pneus de secours avant le départ, sans peine et sans fatigue, de les placer au flanc de la voiture, d'en opérer le changement sur la route, s'il y a lieu, comme on le ferait d'une jante ordinaire et qui, au cas où il faudrait changer une chambre à air en cours de route, permettrait de le faire sans efforts, sans leviers, avec le simple secours du vilebrequin nécessaire pour le serrage des écrous qui maintiennent la jante en place. Cette jante divisible est un perfectionnement apporté à une jante ordinaire détachable déjà existante dont la figure ci-contre indique clairement la forme, les détails et le mode de montage sur la roue, où elle est maintenue par son épaulement. C'est à la hauteur de cet épaulement que la coupure a été faite ; la partie détachée a été munie d'un autre épaulement qui vient se juxtaposer sur le premier.

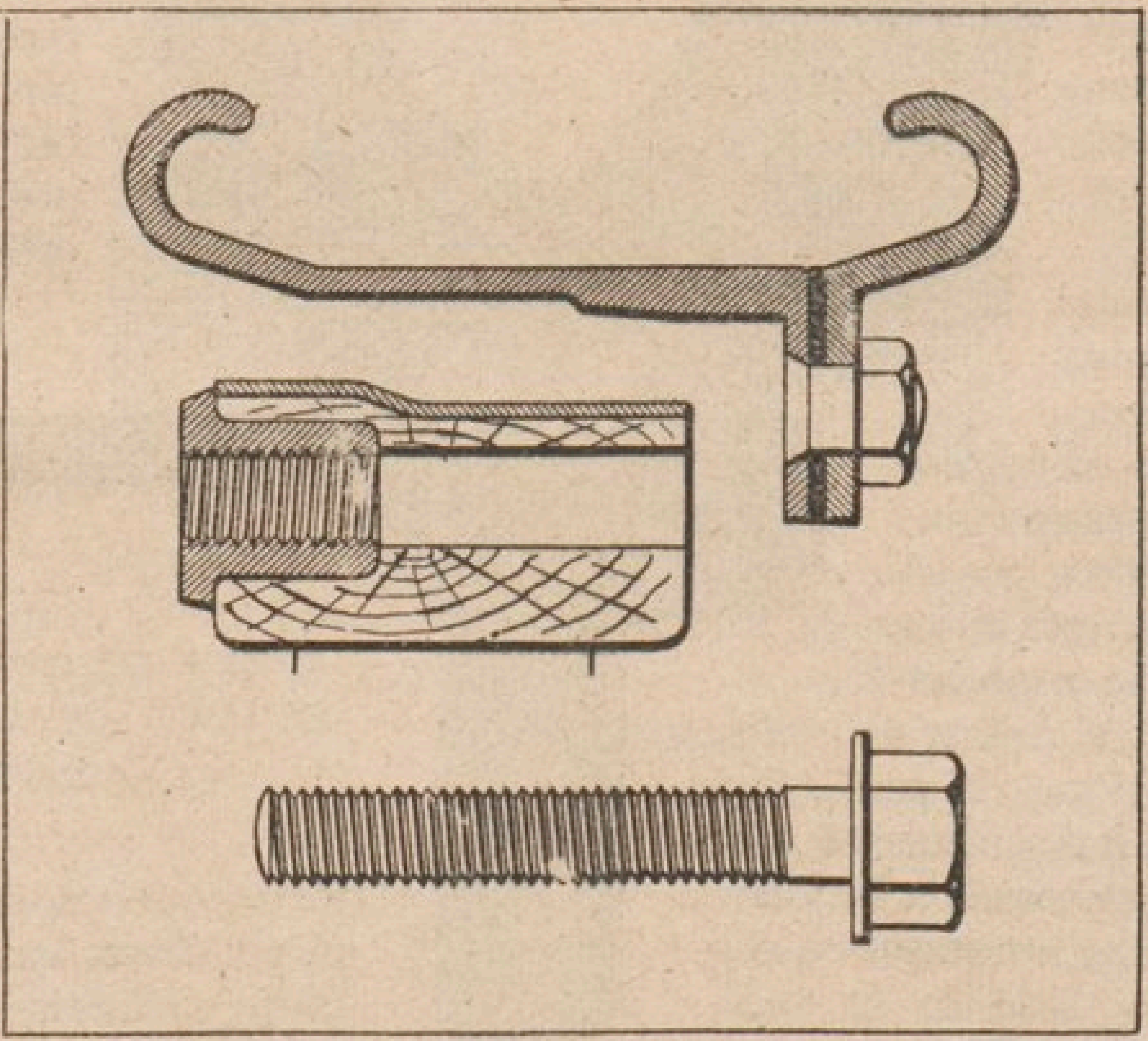


JANTE DIVISIBLE ET DÉTACHABLE

En haut, la jante est mise en place sur la roue ; en bas, les parties qui la composent en sont séparées.

Pour monter un pneu sur cette jante, il suffit donc d'introduire d'abord la chambre à air légèrement gonflée, mise au rond, dans l'enveloppe et de glisser celle-ci sur la partie de la jante laissée à demeure sur la frette, après avoir eu soin de passer la valve de la chambre à air par le trou ménagé à cet effet dans le bois de la roue. On présente alors le cercle détaché de la jante au talon du pneumatique resté libre, et, une fois celui-ci engagé dans le bourrelet, on rapproche les deux épaulements et on bloque les écrous spéciaux qui maintiennent les deux épaulements. Pour monter cette jante sur la roue, on la fait glisser sur la frette et on la pousse autant que possible de façon à mettre en contact le bois de la roue avec l'épaulement de la jante sur tout son pourtour. Les boulons de retenue sont alors introduits dans les trous qui traversent la jante en bois et l'épaulement de la jante fer, et on serre à bloc dans l'écrou fixe correspondant.

Ce dispositif de montage et de serrage, que son inventeur a désigné sous le nom de système Captain, a encore ceci de particulier qu'il permet également, à l'aide de quelques accessoires supplémentaires reposant sur le même principe, la mise en place des jantes jumelées.



LA JANTE RÉUNIE PAR SES ÉPAULEMENTS

Au-dessous, le boulon de retenue et la gorge qui lui est ménagée dans le bois de la roue.

On dispose à cet effet, sur la frette, et comme on le ferait pour la jante elle-même, un cercle métallique d'une largeur équivalente à l'épaisseur de deux enveloppes pneumatiques. Ce cercle est profilé, à l'intérieur, dans son milieu, comme une jante et, sur ses bords extérieurs, comme la frette de la roue. C'est donc sur les deux bords de cette double frette amovible que viendront se poser et se fixer les jantes.

Charles Sivord.

LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

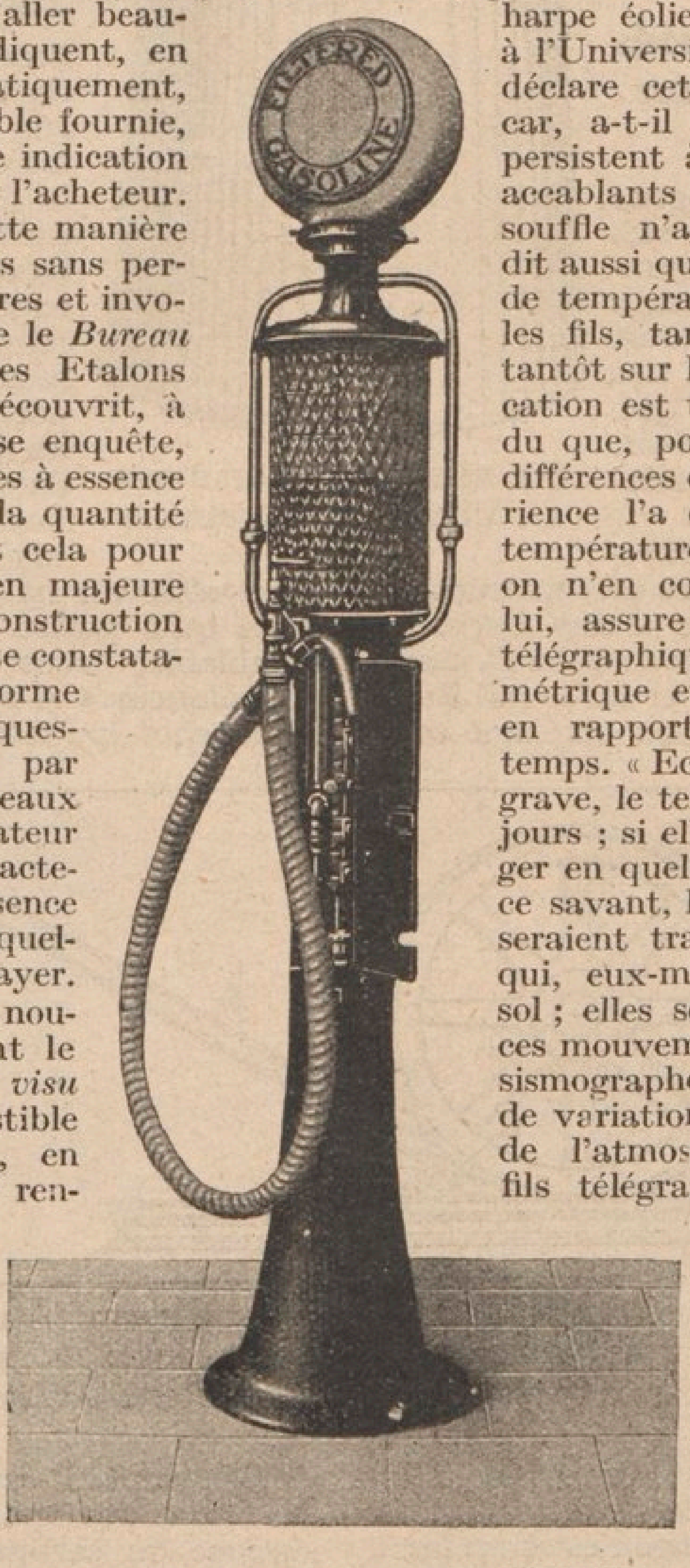
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Où l'automobiliste américain veut en avoir pour son argent

Il y a beau temps que, pour faire le plein d'essence des réservoirs d'automobile, on utilise, aux Etats-Unis, non plus des bidons ordinaires, mais des pompes, qui, non seulement permettent d'aller beaucoup plus vite, mais indiquent, en même temps et automatiquement, la quantité de combustible fournie, sans toutefois que cette indication puisse être contrôlée par l'acheteur. Si commode que soit cette manière de procéder, elle n'est pas sans permettre des abus volontaires et involontaires. C'est ainsi que le *Bureau of Standard* (Bureau des Etalons et Mesures) américain découvrit, à la suite d'une minutieuse enquête, que la plupart des pompes à essence utilisées trompaient sur la quantité de combustible livrée, et cela pour des raisons multiples, en majeure partie inhérentes à la construction même des appareils. Cette constatation fut l'origine d'une réforme radicale des pompes en question, qui s'est traduite par l'adoption de types nouveaux donnant au consommateur l'assurance d'obtenir exactement les quantités d'essence qu'il demande et pour lesquelles il doit évidemment payer.

Quelques-uns de ces nouveaux appareils offrent le moyen de contrôler *de visu* les quantités de combustible débitées ; l'essence doit, en effet, dans ces pompes, se rendre, avant d'emprunter le conduit d'écoulement, dans un réservoir de verre gradué. Il suffit donc à l'automobiliste de suivre du regard l'abaissement du niveau de l'essence dans ce réservoir pour vérifier, en fin de pompage, que la quantité qu'il a demandée est bien celle que l'appareil a fournie.



CETTE POMPE A ESSENCE PERMET A L'AUTOMOBILISTE DE VÉRIFIER LES QUANTITÉS DE COMBUSTIBLE FOURNIES

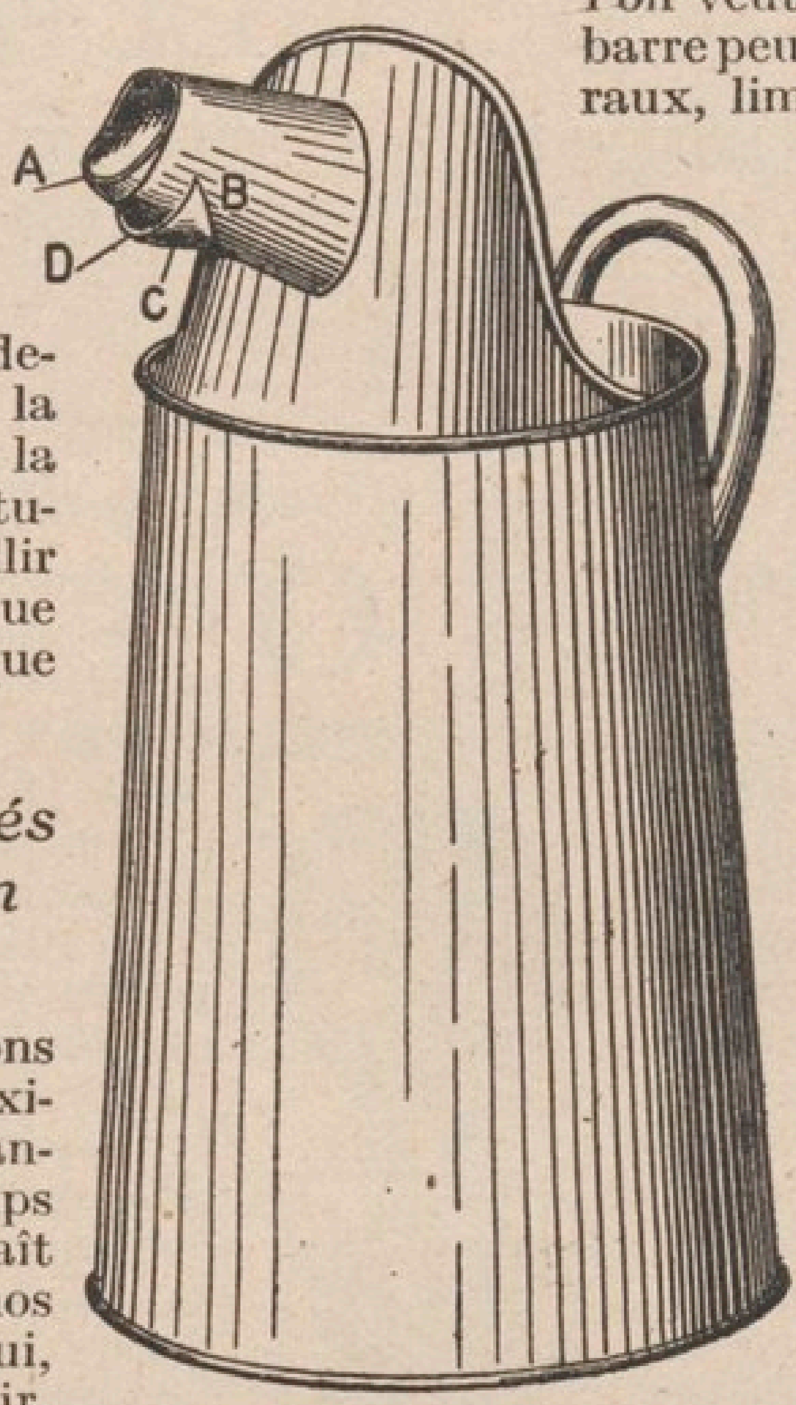
Comment il faut interpréter le chant des fils télégraphiques

On a souventes fois prétendu que les bruits émis par les fils télégraphiques aériens étaient dus à l'action du vent, qui ferait résonner ces fils comme une harpe éolienne. M. Field, professeur à l'Université canadienne d'Ottawa, déclare cette hypothèse non fondée, car, a-t-il fait remarquer, les fils persistent à vibrer durant les jours accablants de l'été, alors que pas un souffle n'agite les feuilles. On a dit aussi que c'étaient les variations de température qui faisaient chanter les fils, tantôt sur le mode grave, tantôt sur le mode aigu. Cette explication est tout aussi erronée, attendu que, pour produire de pareilles différences de ton, il faudrait, l'expérience l'a démontré, des écarts de température considérables et comme on n'en constate jamais. M. Field, lui, assure que la chanson des fils télégraphiques est une chanson barométrique et que ses variations sont en rapport direct avec celles du temps. « Ecoutez-la, dit-il. Si elle est grave, le temps changera dans deux jours ; si elle est aiguë, il peut changer en quelques heures. » A en croire ce savant, les vibrations des fils leur seraient transmises par les poteaux qui, eux-mêmes, les recevraient du sol ; elles seraient la répercussion de ces mouvements de la terre que les sismographes enregistrent au moment de variations prochaines dans l'état de l'atmosphère. Pardonnons aux fils télégraphiques d'enlaidir nos campagnes si leur chant peut nous être utile.

Pour ne pas salir la nappe

M. Bell Lindray, des Etats-Unis, qui, sans doute, avait l'habitude de répandre du vin sur la nappe, suggère, pour remédier à cette mala-

dresse autant que pour éviter des troubles domestiques, l'emploi de récipients munis du bec spécial que représente notre dessin. Ce bec *B* a sa lèvre inférieure *A* recourbée vers le haut, de manière à réduire la force du jet et est pourvu, en dessous, d'une sorte de coupe d'égouttage *C*, dont le rôle est de recueillir les malencontreuses gouttes qui, suspendues au bec, ne demanderaient qu'à s'écraser sur la nappe. Remarquons que la coupe *C* a sa lèvre *D* protubérante, de manière à recueillir les gouttes aussi bien lorsque le récipient est incliné que lorsqu'il repose sur la table.

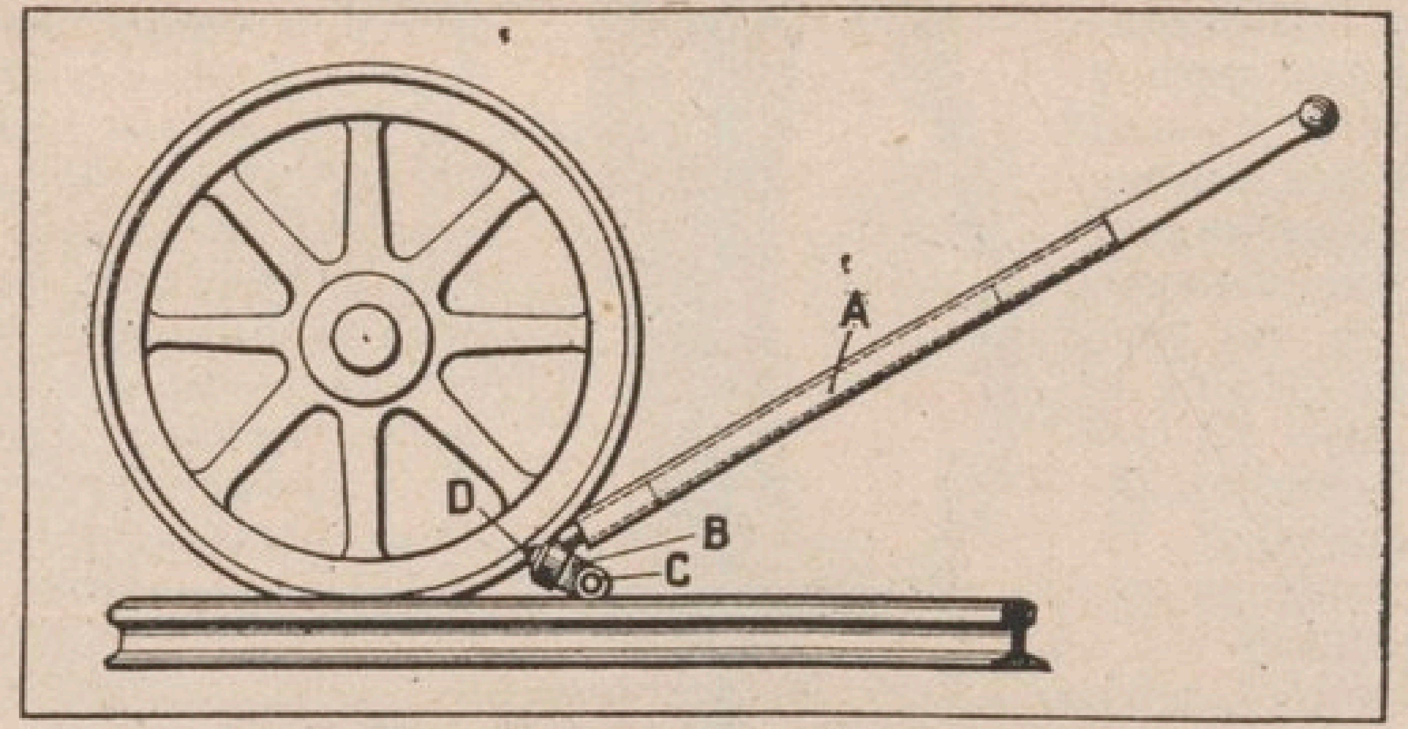


UN RÉCIPIENT QUI ÉVITE LA CHUTE DES GOUTTES

Les wagons déplacés sans effort par un homme seul

Le déplacement des wagons sur les voies ferrées exigeant toujours une grande dépense de force, de temps et d'adresse, il nous paraît intéressant de signaler à nos lecteurs un petit appareil qui, comme nous allons le voir, simplifie et facilite grandement l'opération susdite.

Cet appareil, récemment breveté par une société suisse de constructions mécaniques, se compose d'une barre de manœuvre *A*, attelée à une fourche *B*, munie d'un galet *C* pouvant rouler sur le rail. Entre les bras de la fourche, est monté une sorte de pointeau *D*. Des ressorts latéraux permettent à ce pointeau de se déplacer légèrement sur son axe dans le sens latéral. Lorsqu'on pousse l'appareil contre une roue du wagon, le cône du pointeau entre en contact avec la surface de roulement de la roue. Si l'on pèse alors sur la barre de manœuvre, on applique sur la roue un effort de soulèvement qui, en réalité, se traduit par une poussée, car si le wagon est trop lourd pour être soulevé, il peut, par contre, beaucoup plus aisément avancer, et c'est ce qu'il fait.



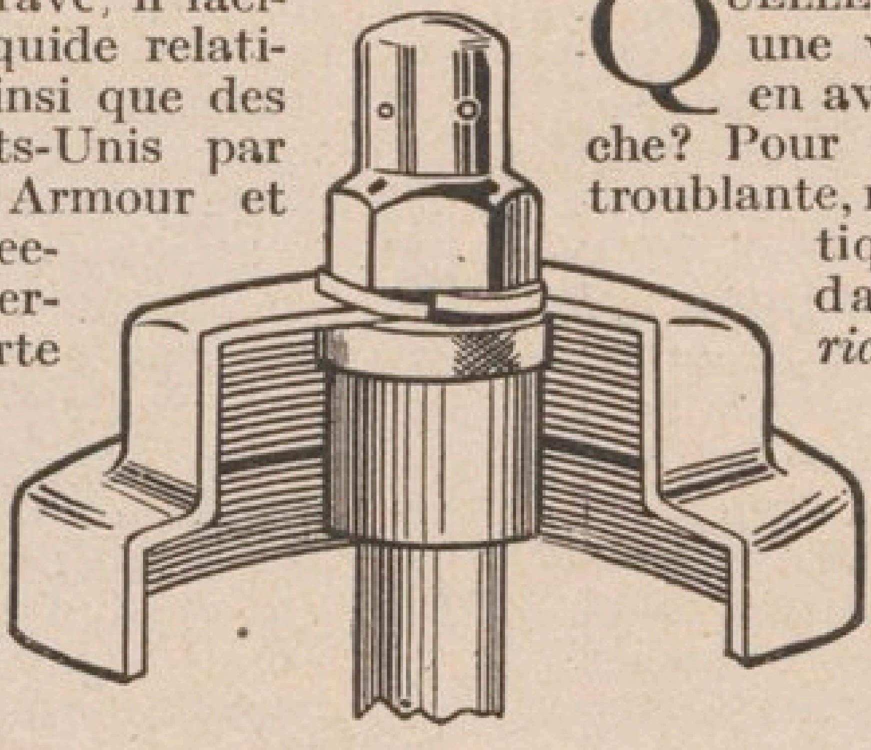
LA MANŒUVRE DE CE LEVIER A POUR EFFET D'APPLIQUER SUR LA ROUE UNE FORCE QUI PROVOQUE SA ROTATION ET, PAR SUITE, OBLIGE LE WAGON A AVANCER

La barre de manœuvre est montée de manière à permettre l'emploi de l'appareil là où il n'y a pas possibilité, en raison, par exemple, du rapprochement de deux wagons, de se placer exactement derrière celui que l'on veut déplacer ; à cet effet, ladite barre peut prendre des mouvements latéraux, limités par deux butées (une de chaque côté), qui, tout en permettant d'appliquer l'effort au point voulu, offrent la possibilité d'exercer de biais cet effort sans plus de fatigue.

Une fuite que vous ignorez, messieurs les automobilistes

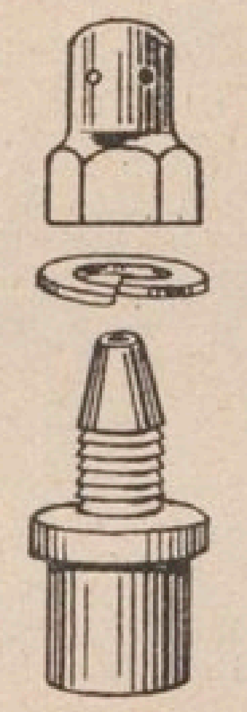
L'automobiliste ne s'occupe de son réservoir que pour y mettre de l'essence ; c'est, pour lui, un organe inerte ne donnant aucun souci, sauf quand une malencontreuse collision vient le défoncer et répandre son précieux contenu sur le sol. Or ce réservoir dont on ne s'occupe jamais, le meilleur des réservoirs, perd tout simplement cinq centilitres d'essence par litre, soit encore un litre un quart par vingt litres, et dame, au prix où est ce combustible, ce n'est pas une perte négligeable. « Mais, direz-vous, mon réservoir ne fuyant pas, il est impossible qu'il puisse donner lieu à une perte semblable, vous exagérez, monsieur le chroniqueur. » A cela, je vous répondrai que le bouchon qui ferme l'orifice de votre réservoir est cause de tout le mal. Vous n'ignorez pas qu'il est percé d'un trou permettant à l'air de pénétrer à l'intérieur à mesure que le niveau de l'essence s'abaisse dans le réservoir, ceci afin de maintenir dans son intégrité l'action de la pression atmosphérique sur le liquide, action dont, évidemment, il est tenu compte dans l'élaboration des systèmes d'alimentation en essence du carburateur. Or, si ce trou du bouchon de votre réservoir laisse pénétrer l'air extérieur, il laisse aussi, hélas ! passer l'essence que les cahots de la voiture pro-

jettent constamment au dehors, par petites quantités, il est vrai (mais les petits ruisseaux ne font-ils pas les grandes rivières?) En outre, ce qui est plus grave, il facilite l'évaporation de ce liquide relativement volatil. Et c'est ainsi que des essais, effectués aux Etats-Unis par l'Institut de technologie Armour et par les « Associated Engineering Laboratories », ont déterminé le pourcentage de perte cité plus haut et qui a paru vous étonner si fort.

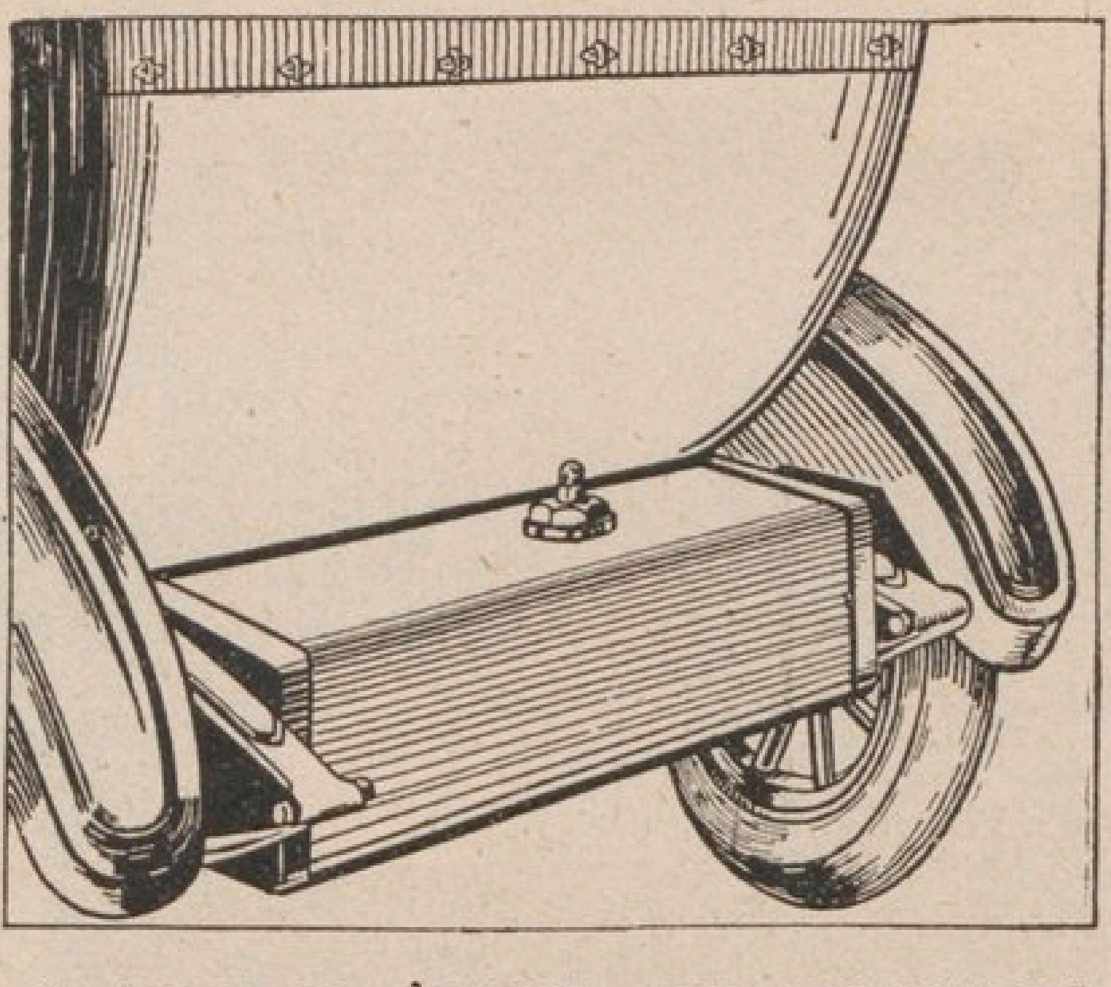


SOUPAPE AUTOMATIQUE POUR BOUCHON DE RÉSERVOIR D'ESSENCE

Tout mal comporte, cependant, un remède et, en l'occurrence, ce remède consiste, vous l'avez deviné sans doute, à munir le bouchon de votre réservoir d'une sorte de soupape qui, tout en permettant la rentrée de l'air, s'oppose à la sortie de l'essence liquide comme aussi de ses vapeurs. C'est un de ces appareils, récemment breveté aux Etats-Unis, que représente notre figure. Il se compose d'un bout de tube terminé à son extrémité supérieure par un tronc de cône, muni à sa base d'un filet de vis que vient recouvrir un bouchon fileté intérieurement et percé de plusieurs petits trous latéraux. L'extrémité inférieure de ce bout de tube est, dans le modèle fourni aux automobiles dont le carburateur est alimenté d'essence par gravité, raccordé à un tuyau qui descend verticalement presque jusqu'au fond du réservoir. L'air est donc introduit non plus au-dessus mais au sein même du liquide et les vapeurs d'essence, pas plus que l'essence elle-même, ne peuvent trouver issue à l'extérieur. Dans les cas, cependant, où l'alimentation du carburateur s'opère sous l'action d'une dépression (système à vide), on ne peut amener l'air extérieur au sein du liquide; on se contente alors d'employer la soupape proprement dite qui, tout en s'opposant aux sorties de l'essence, réduit sérieusement les pertes par évaporation. Remarquons, d'autre part, que la soupape en question diminue le danger d'incendie, notamment dans le cas où l'on approche imprudemment une flamme nue ou une cigarette allumée du réservoir.



DÉTAIL DE LA SOUPAPE



CE BOUCHON S'OPPOSE AUX PROJECTIONS D'ESSENCE ET AUX PERTES PAR ÉVAPORATION

A propos d'un curieux instinct de la vache et de la poule

Quelle raison peut bien pousser une vache à traverser une route en avant d'une voiture en marche? Pour répondre à cette question troublante, notre confrère d'outre-Atlantique, M. H. L. Whited émet, dans *The Scientific American*, une hypothèse très curieuse et même scientifique, que nous estimons intéressant de résumer.

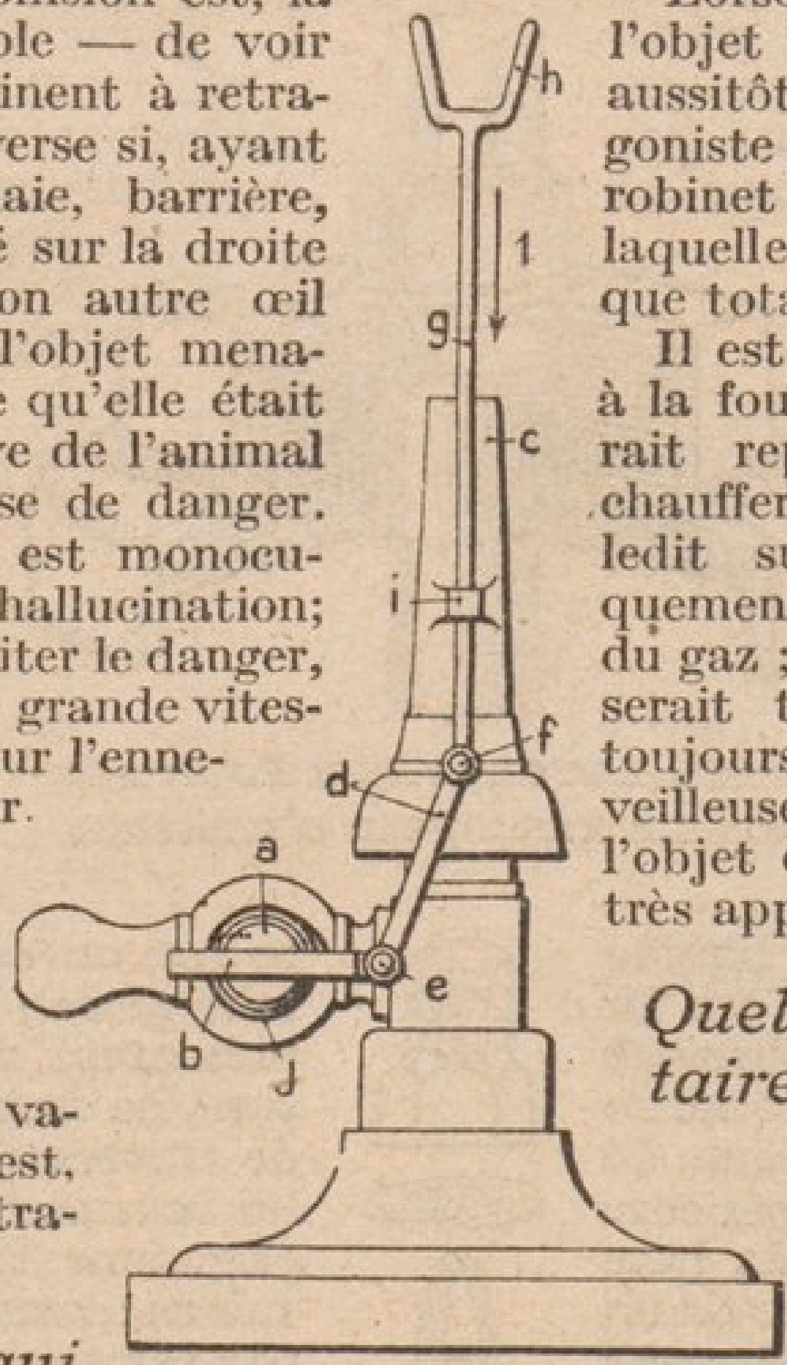
Lorsqu'une voiture rencontre sur une route un troupeau de vaches, on peut observer que celles de ces dernières qui, *de face*, voient arriver le véhicule, exécutent généralement un «oblique à droite » ou un « oblique à gauche » pour lui faire place ; au contraire, celles qui se présentent *de côté* par rapport à la voiture, se mettent en marche et tentent de traverser la route ; enfin, celles qui lui tournent le... dos, pour m'exprimer élégamment, se mettent, en général, à fuir en avant et finissent habituellement par tourner à gauche ou à droite, ce qui les amène parfois, elles aussi, à traverser la route et à causer un accident.

Or, lorsqu'une vache fait face à un objet, elle peut, évidemment, concentrer sur lui le regard de ses deux yeux ; par contre, lorsque cet objet se trouve sur le côté ou en arrière, l'animal peut le regarder d'un œil et de l'autre fixer tout autre chose. On s'explique, dans ces conditions, qu'une vache, orientée en travers d'une route et voyant *d'un œil seulement*, arriver une voiture, n'apprécie le danger que par cet œil unique qu'elle conserve alors fixé sur le véhicule. Tourner sur la droite et s'échapper équivaudrait pour l'animal à ne plus voir l'objet ; or un instinct le pousse, au contraire, à ne pas le perdre de vue. Cet instinct semble être à la fois un instinct de protection et d'appréhension, car s'il ne comportait pas une part de crainte, on ne voit pas pourquoi l'animal ne tournerait pas la tête à gauche pour regarder le danger de face. Quoi qu'il en soit, il se met à traverser

la route devant le véhicule en fixant ce dernier d'un œil qui n'est pas toujours bon juge de la distance. Mais il n'est pas rare — et c'est alors que la collision est, la plupart du temps, inévitable — de voir l'animal se mettre incontinent à retraverser la route en sens inverse si, ayant rencontré un obstacle (haie, barrière, fossé, etc.) et ayant tourné sur la droite pour l'éviter, c'est par son autre œil qu'il voit à ce moment l'objet menaçant ; ainsi, de protectrice qu'elle était d'abord, l'action instinctive de l'animal se transforme en une cause de danger.

La poule, dont la vision est monoculaire, agit sous la même hallucination; elle aussi pense que pour éviter le danger, il lui suffit de fuir à la plus grande vitesse possible tout en rivant sur l'ennemi l'œil qui le lui a fait voir.

Cette hypothèse est très séduisante, mais nous préférons conclure philosophiquement, comme l'a fait notre confrère américain, qu'après tout, si la vache traverse la route, c'est, sans doute... histoire de traverser la route ! Qui sait ?



EN POSANT L'OBJET SUR LE SUPPORT *h* LE BEC BRULE EN GRAND ; SI ON LE RETIRE, LE BEC BRULE EN VEILLEUSE.

Un brûleur à gaz qui se met automatiquement en veilleuse

Par ces temps de raréfaction et de cherté des combustibles gazeux ou autres, et alors que les plus petites économies sont recommandées, souhaitons la bienvenue à un dispositif qui remet automatiquement en veilleuse les brûleurs à gaz, genre Bunsen, au moment même où l'on cesse de les utiliser. Disons quelques mots de sa construction et aussi de son fonctionnement

Le robinet *a*, placé à la base du brûleur, comporte une clé *b* qui est disposée horizontalement lorsque le bec est en veilleuse et verticalement lorsqu'il est grand ouvert. Cette clé est reliée par une bielle *d* articulée en *e* et *f* à une tige verticale *g*, terminée à sa partie supérieure par une fourche *h* sur laquelle on fait appuyer l'objet à chauffer, ce qui a pour résultat de faire descendre suffisamment la tige pour ouvrir en grand la clef de l'arrivée du gaz.

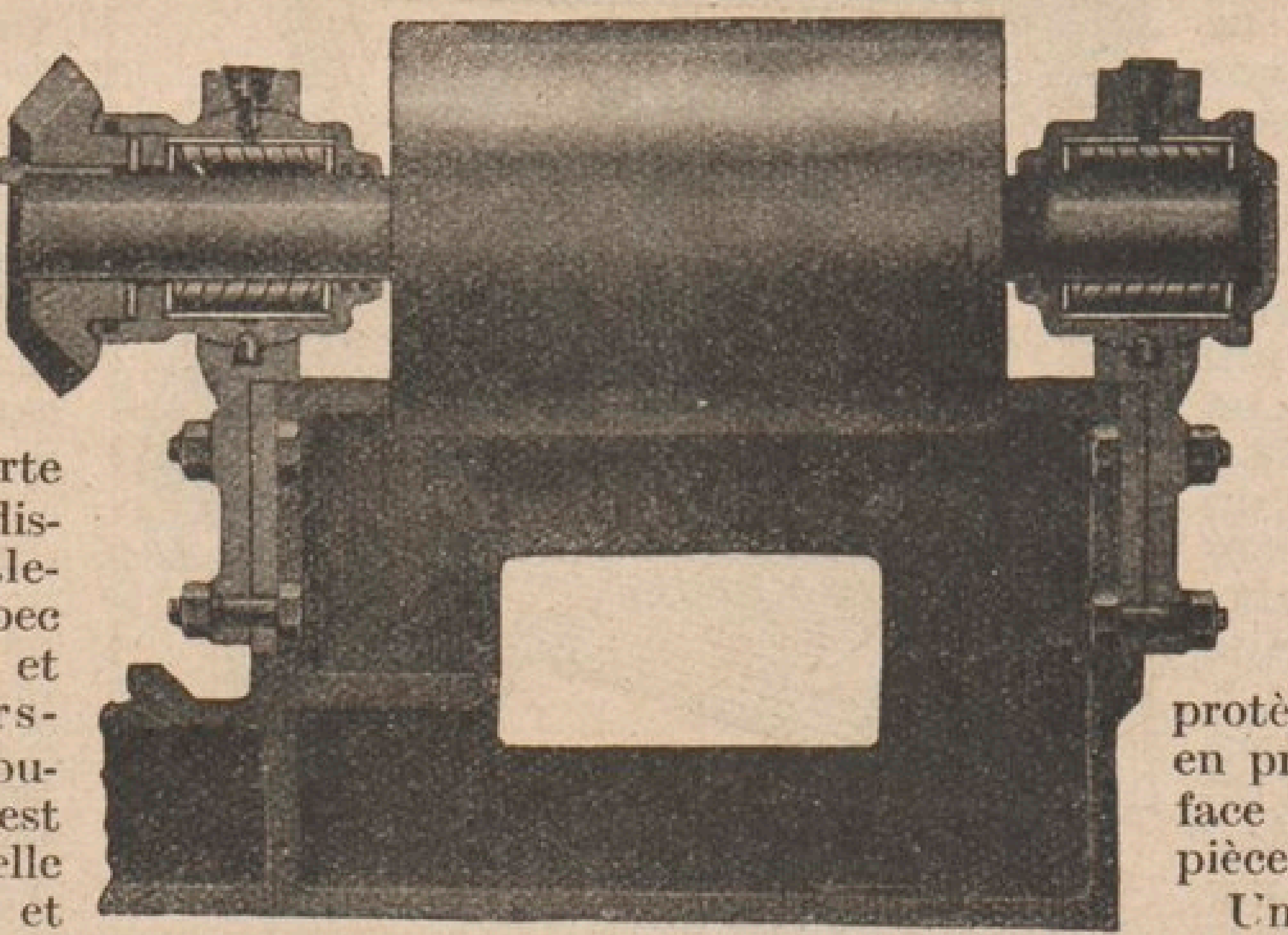
Lorsque le chauffage est terminé et l'objet enlevé, la fourche remonte et aussitôt, sous l'action d'un ressort antagoniste *j* ou d'un contrepoids, la clé du robinet reprend la position horizontale, laquelle correspond à la fermeture presque totale de l'arrivée du gaz.

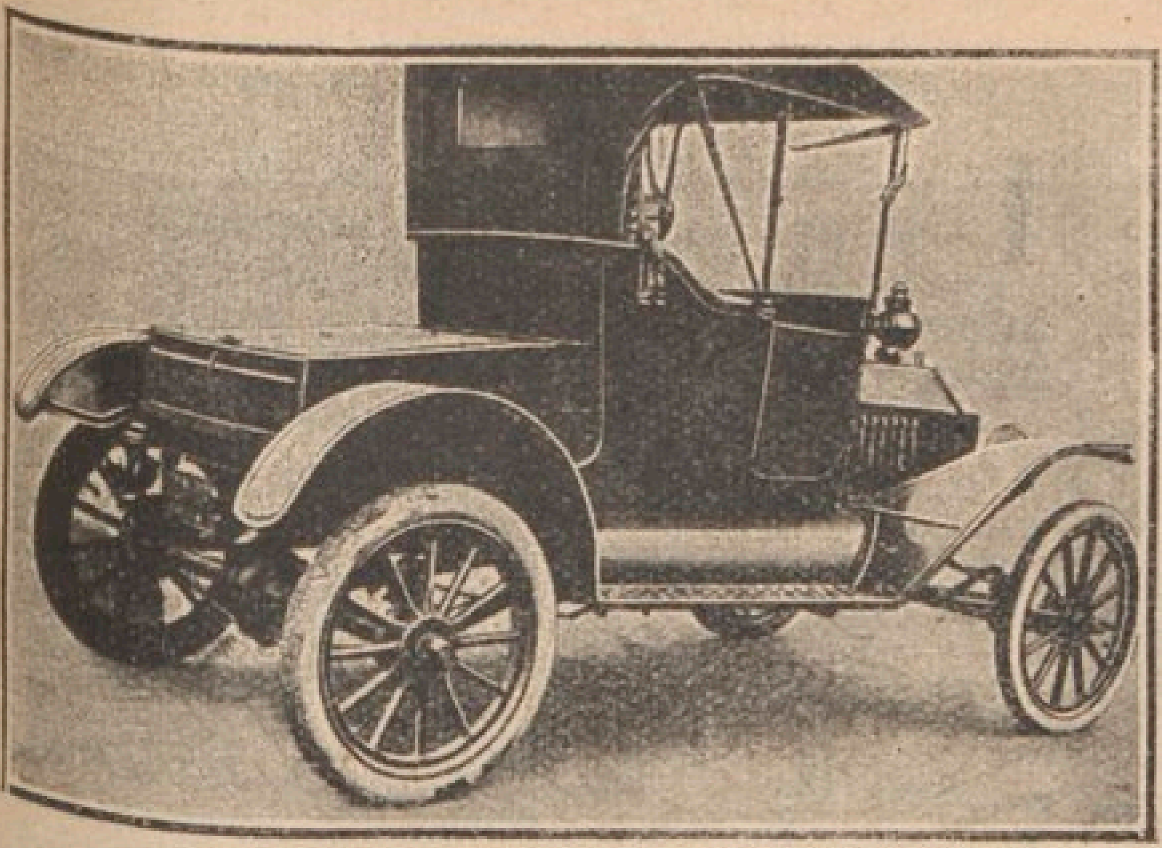
Il est évident que si l'on substituait à la fourche un support sur lequel pourrait reposer l'objet ou l'ustensile à chauffer, le fait de poser ce dernier sur ledit support provoquerait automatiquement l'ouverture de la clef d'arrivée du gaz ; lorsque, d'autre part, la cuisson serait terminée, le bec se trouverait, toujours automatiquement, remis en veilleuse du fait que l'on reprendrait l'objet ou l'ustensile. Ce dispositif sera très apprécié dans les laboratoires.

Quelques mots complémentaires sur les roulements

Les portées à rouleaux tendent de plus en plus à se substituer aux portées à billes, là surtout où il serait nécessaire de conjuguer plusieurs de ces dernières ou d'employer des roulements à plusieurs rangées de billes, comme, par exemple, lorsque les arbres sont lourds ou supportent des charges variables. Dans ce cas, en effet, il est avantageux d'avoir une ligne de contact continue dans le palier. D'autre part, on donne maintenant aux rouleaux une certaine élasticité, une élasticité extrêmement minime, mais néanmoins suffisante pour augmenter la surface de contact de 100 % et de 30 % la *profondeur* de ce contact. En outre, et en raison même de son fléchissement sous le poids de la charge, le rouleau flexible se protège lui-même tout en protégeant la surface de portée de la pièce tournante.

Un roulement perfectionné se présente donc sous la forme indiquée par notre photographie ; comme le montre celle-ci, une


LA GRAISSE REFOULÉE DANS LES ROULEMENTS A ROULEAUX PAR UN GODET *ad hoc*, EST RÉPARTIE UNIFORMÉMENT SUR CHAQUE ROULEAU PAR UNE RAINURE HÉLICOIDALE

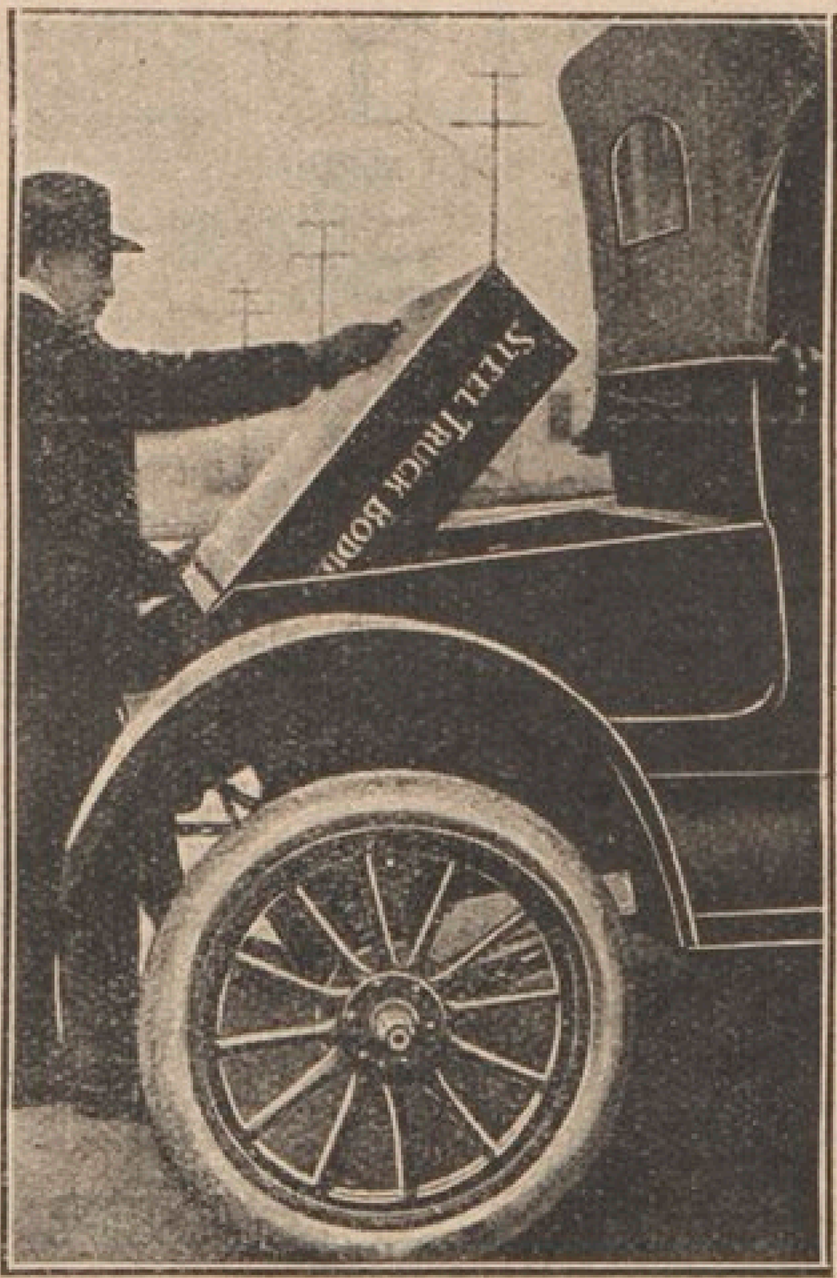


VOICI UNE PETITE AUTOMOBILE DE TOURISME

rainure hélicoïdale est creusée dans le rouleau ; elle a pour fonction de répartir la graisse refoulée dans le palier par un godet à vis de pression, de telle manière que les surfaces de roulement soient constamment et suffisamment lubrifiées.

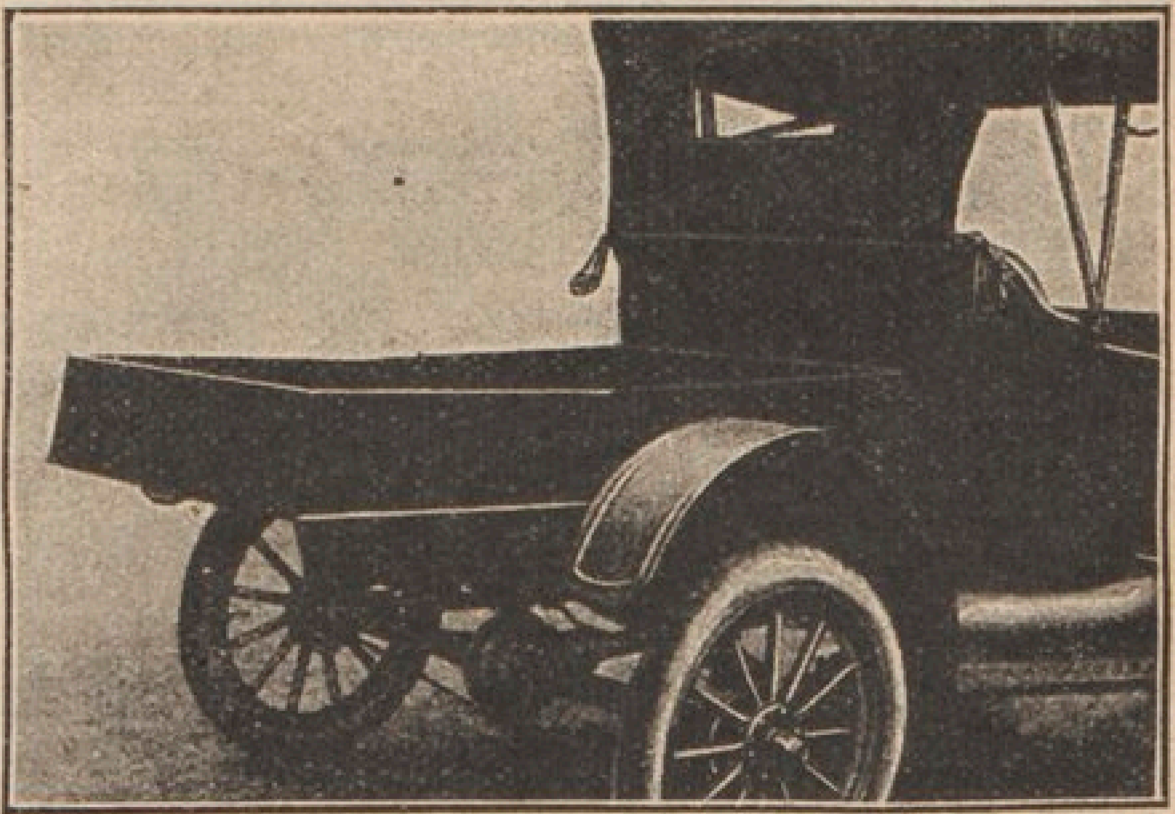
Les petites automobiles de tourisme transformées instantanément pour la livraison

Une maison américaine a eu récemment l'idée d'installer sur les châssis des petites automobiles telles que la Ford une carrosserie permettant d'utiliser à volonté la voiture, soit comme véhicule de plaisance, soit comme voiture de livraison. Cette carrosserie comporte, à l'avant, un landaulet à deux places, et, à l'arrière, un coffre en tôle d'acier fait de deux parties pouvant rentrer l'une dans l'autre. Lorsque le coffre est fermé, la voiture conserve les apparences d'une petite automobile de tourisme, et, comme telle, peut être utilisée, par exemple, le dimanche pour les promenades. Si, par contre, on rabat en arrière le dessus du coffre, on obtient instantanément une petite voiture de livraison pouvant recevoir un volume important de marchandises, sinon une lourde charge.



RABATTONS SON COFFRE ARRIÈRE

Il est évident que cet agencement pourrait être introduit sur un grand nombre de voitures légères et bon marché de toutes marques. Il permettrait à leurs propriétaires, surtout lorsque ces derniers sont des commerçants ou de petits industriels, de retirer de leur voiture beaucoup plus de profit et engagerait à acheter une automobile ceux qui préfèrent s'en passer plutôt que de faire les frais d'acquisition et d'entretien d'un véhicule uniquement de luxe.



NOUS AVONS ALORS UNE VOITURE DE LIVRAISON

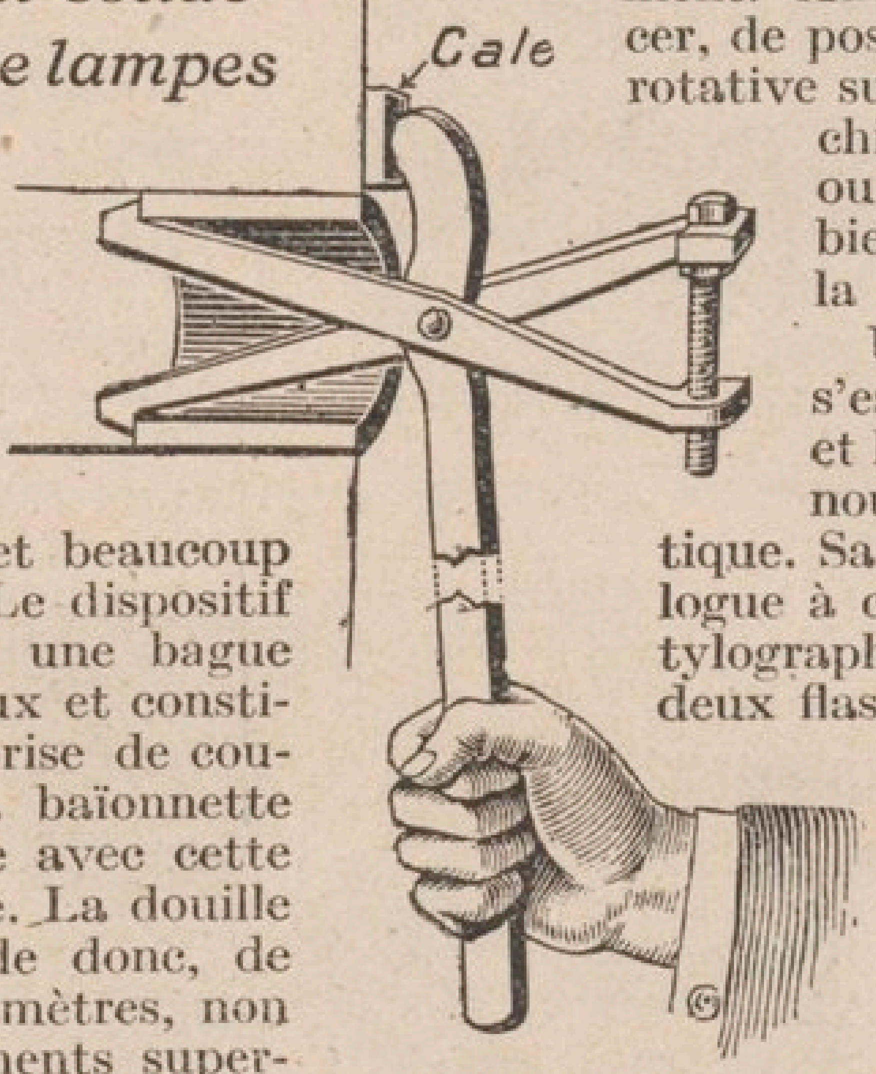
Un outil qui résout un difficile problème de petite mécanique

Il est souvent très difficile de retirer d'un tube une pièce entrée en force, comme, par exemple, si nous prenons le cas particulier des cadres de bicyclette, un tronçon d'un autre tube. Neuf fois sur dix, si adroit sera-t-il, et quels que soient les instruments dont il se servira, l'ouvrier détériorera les deux pièces. Si, cependant, nous faisons fabriquer l'instrument que représente notre dessin (page suivante), l'opération s'effectuera sûrement et facilement, et souvent sans qu'il soit besoin de chauffer les pièces à séparer. Cet outil spécial se compose d'un levier muni de deux branches mobiles, s'ouvrant et se fermant à la façon d'une cisaille et dont l'écartement est rendu réglable par un boulon et un écrou de serrage. L'extrémité libre de chacune des deux branches est pourvue d'un méplat s'appliquant sur l'arête de la pièce à sortir. L'examen de la figure montre comment, en pressant plus

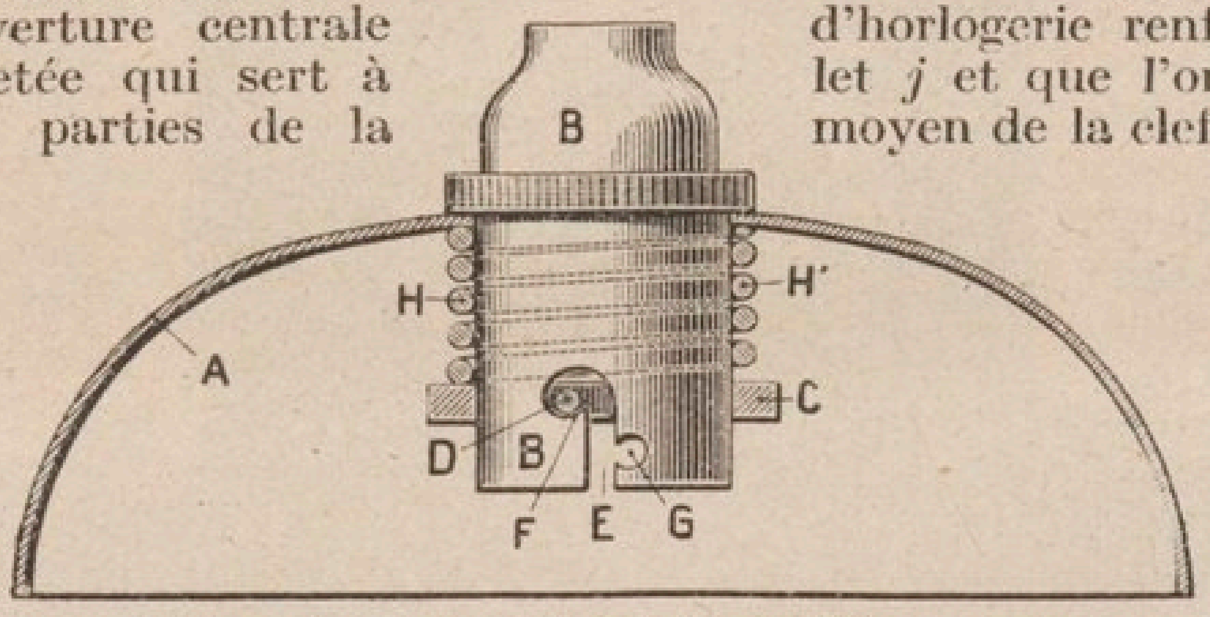
ou moins fortement sur l'extrémité du levier, on réussira à séparer les deux pièces sans les déformer ni les détériorer d'aucune manière. Il est, cependant, préférable de placer une cale en bois entre la tête du levier et le corps de la pièce fixe pour protéger cette dernière.

Pour assujettir vite et solidement les réflecteurs de lampes électriques

Un Anglais, M. Wheeler, a imaginé récemment un mode de fixation des réflecteurs de lampes électriques qui nous semble plus pratique que le système à bague filetée et beaucoup plus sûr que celui à griffe. Le dispositif de M. Wheeler consiste en une bague portant deux tenons latéraux et constituant avec la douille de prise de courant un emmanchement à baïonnette analogue à celui que forme avec cette douille le culot de la lampe. La douille de prise de courant possède donc, de chaque côté d'un de ses diamètres, non plus un, mais deux évidements superposés permettant de loger d'abord la bague à baïonnette, puis le culot de la lampe. A la bague en question est attaché un ressort à boudin. Ceci dit, pour assujettir le réflecteur, on le met en place en appuyant les lèvres *extérieures* de son ouverture centrale contre la bague filetée qui sert à assembler les deux parties de la douille de prise de courant ; puis on présente au regard de celle-ci la bague munie du ressort ; la dernière spire de ce dernier vient se placer contre les lèvres *intérieures* de l'ouverture du réflecteur ; en remontant alors la bague de la quantité voulue pour que ses deux tenons latéraux puissent se loger dans les évidements supérieurs de la douille, on est amené à comprimer le ressort contre l'abat-jour, ce qui assure convenablement la tenue de ce dernier et celle de la bague.



UN OUTIL QUI PERMET D'ARRACHER D'UNE PIÈCE UNE AUTRE PIÈCE ENTRÉE A FOND

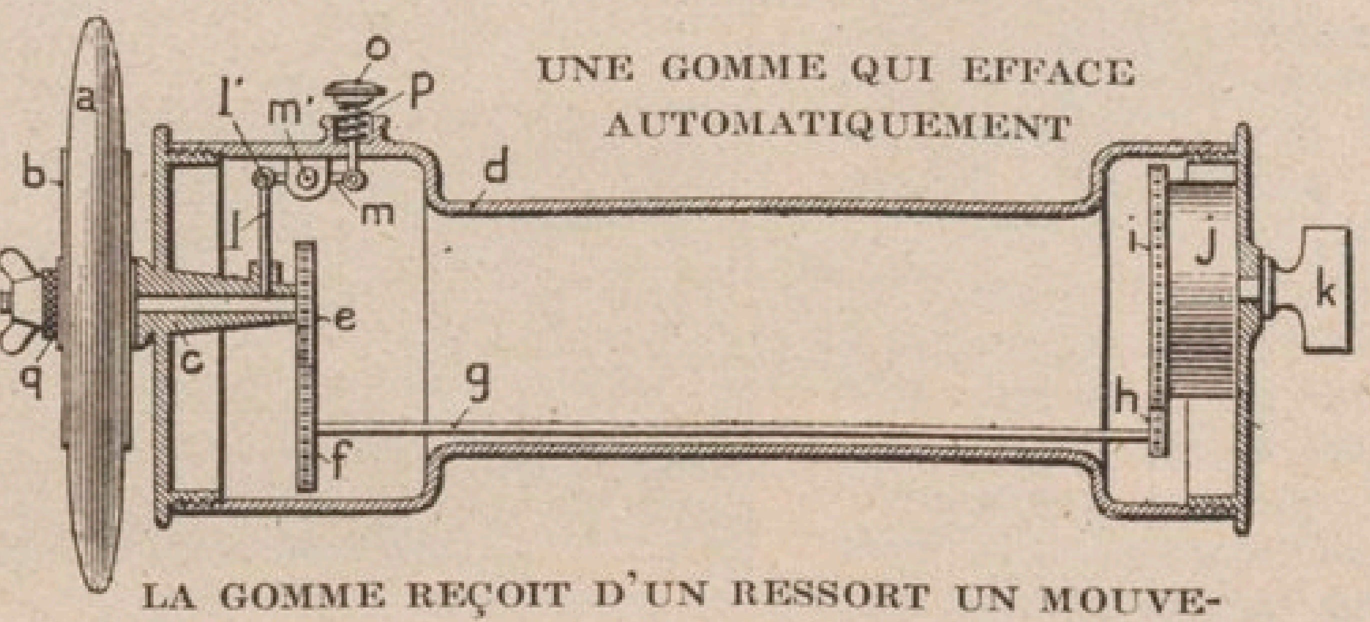


Le réflecteur A *est assujetti à la douille* B *au moyen d'une bague* C *possédant deux tenons* D *qui, pénétrant par l'échancrure* E *de la douille, se logent dans les évidements* F. *Les évidements* G *sont utilisés pour fixer la lampe. Un ressort* H *assure la tenue de la bague* C.

Gomme à effacer mécanique

Il est évident que, tant pour régulariser l'usure de la gomme à machine à écrire que pour faciliter son emploi, il y aurait intérêt à ne pas manier cette gomme à la main, mais à la faire tourner mécaniquement. Ainsi, il suffirait, pour effacer, de poser délicatement la gomme rotative sur la partie du texte à blanchir, au lieu de frotter plus ou moins adroitement et sans bien voir ce que l'on fait, la gomme sur le papier.

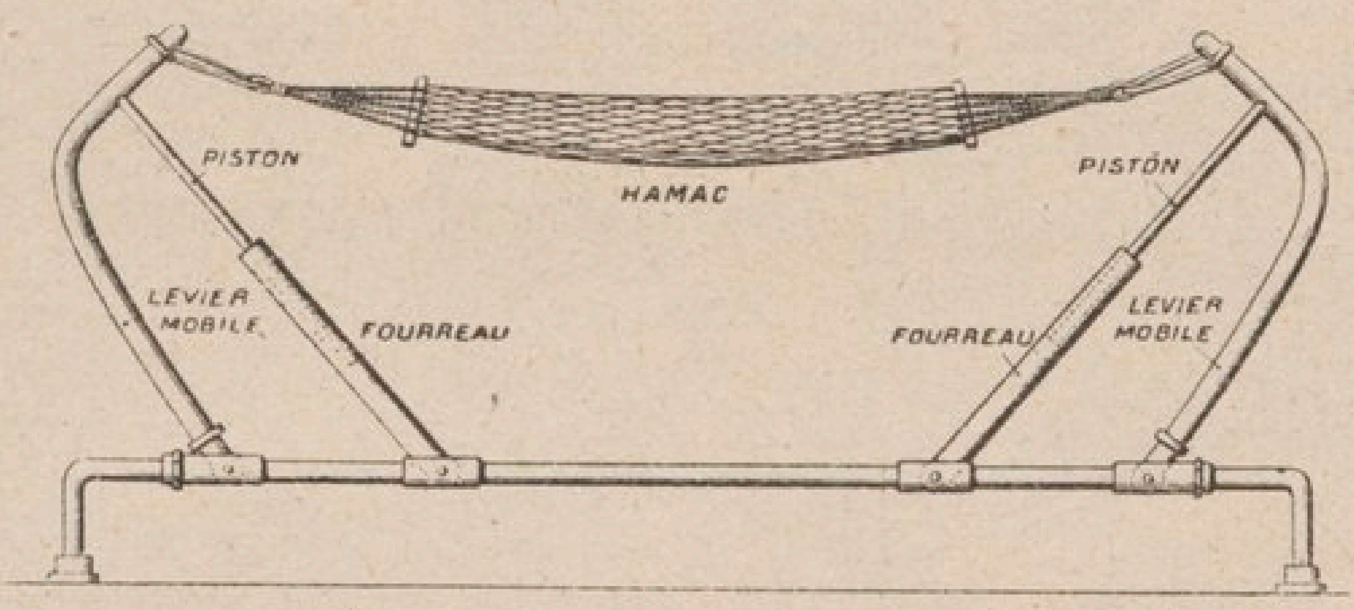
Un Français, M. J. Combes, s'est intéressé à ce problème et l'a résolu d'une manière qui nous paraît véritablement pratique. Sa gomme mécanique *a*, analogue à celles utilisées par les dactylographes, est maintenue entre deux flasques métalliques *b* et fixée à l'extrémité d'un petit arbre *c* ; celui-ci traverse un tube métallique *d*, qui sert à manipuler la gomme. L'arbre *c* porte un pignon denté *e* engrenant avec une roue *f*, montée sur l'axe *g*. Cet axe est l'arbre moteur ; il est, en effet, relié, par l'intermédiaire d'un pignon *h* et d'une roue dentée *i* à un ressort d'horlogerie renfermé dans le barillet *j* et que l'on peut remonter au moyen de la clef *k*. Lorsqu'on n'utilise pas l'instrument, l'arbre *c* est empêché de tourner par une tige *l* qui le verrouille. Cette tige est articulée en *l'* à un levier *m* pouvant pivoter autour du point *m'*, de sorte qu'en appuyant sur le poussoir *o*, on fait remonter la tige *l* d'une quantité suffisante pour déverrouiller l'arbre *c* qui se remet à tourner. Il est évident qu'on pourrait avec avantage substituer au ressort un petit moteur électrique qui dispenserait ainsi d'employer des engrenages.



LA GOMME REÇOIT D'UN RESSORT UN MOUVEMENT DE ROTATION EXTRÊMEMENT RAPIDE

Un hamac dont la suspension est remarquablement élastique

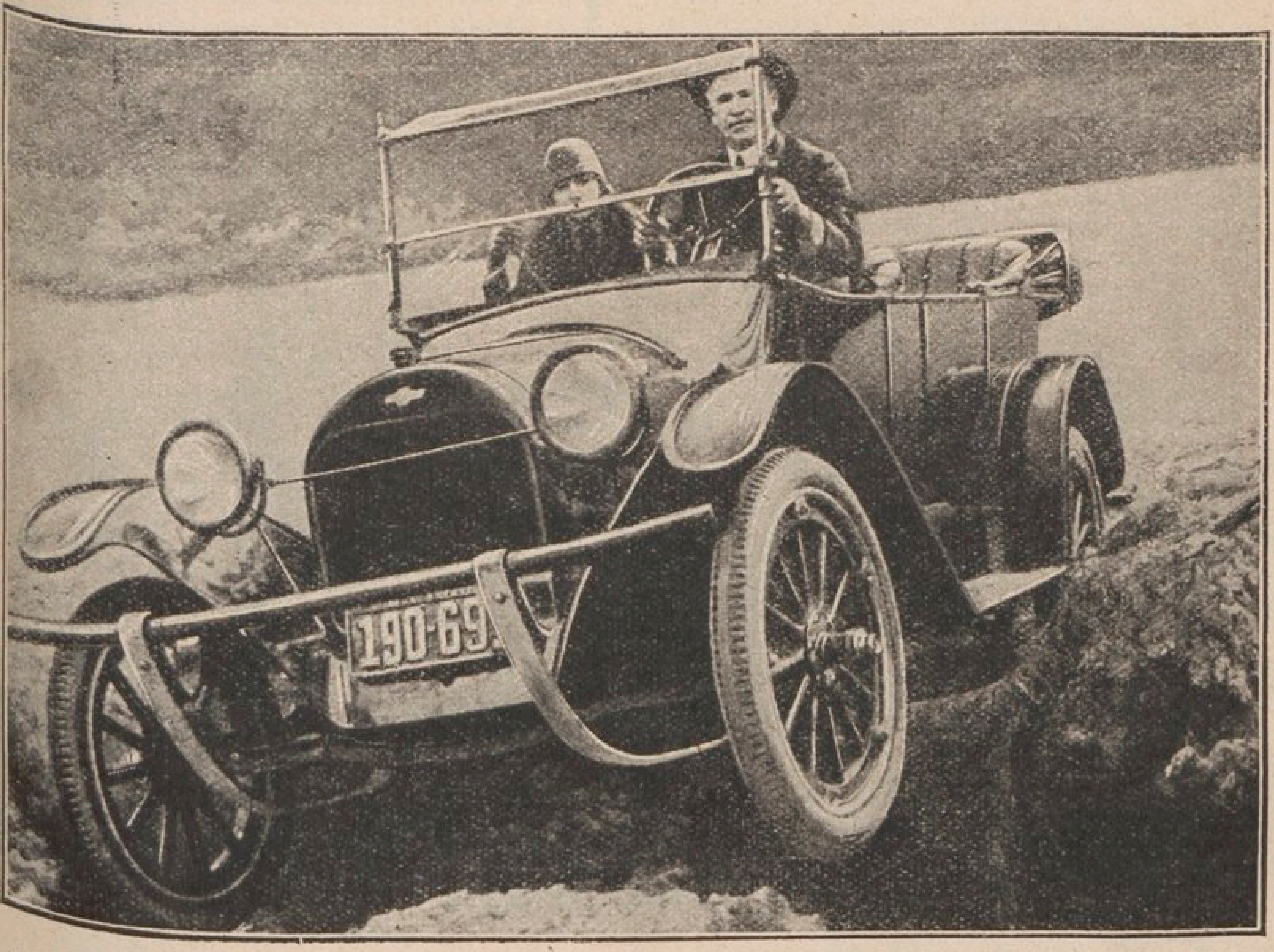
M. Gaffier vient de faire breveter un mode de suspension élastique pour hamac qui mérite d'être signalé. Son dispositif se compose d'un système de tubes de fer susceptible d'être fiché en terre, dans un jardin, par exemple, ou simplement posé sur le sol. Ce système est rigide, sauf deux de ses éléments qui, montés à charnière sur le même tube horizontal, sont, d'autre part, reliés chacun à la tige d'un piston amortisseur. Le hamac proprement dit étant suspendu entre ces deux bras, on comprend que le fléchissement du filet, sous le poids de l'occupant, tende à rapprocher les deux éléments mobiles, mais il est aisé de voir qu'à ce rapprochement les pistons opposent une résistance progressive et élastique, jusqu'à ce que les conditions d'équilibre soient réalisées.



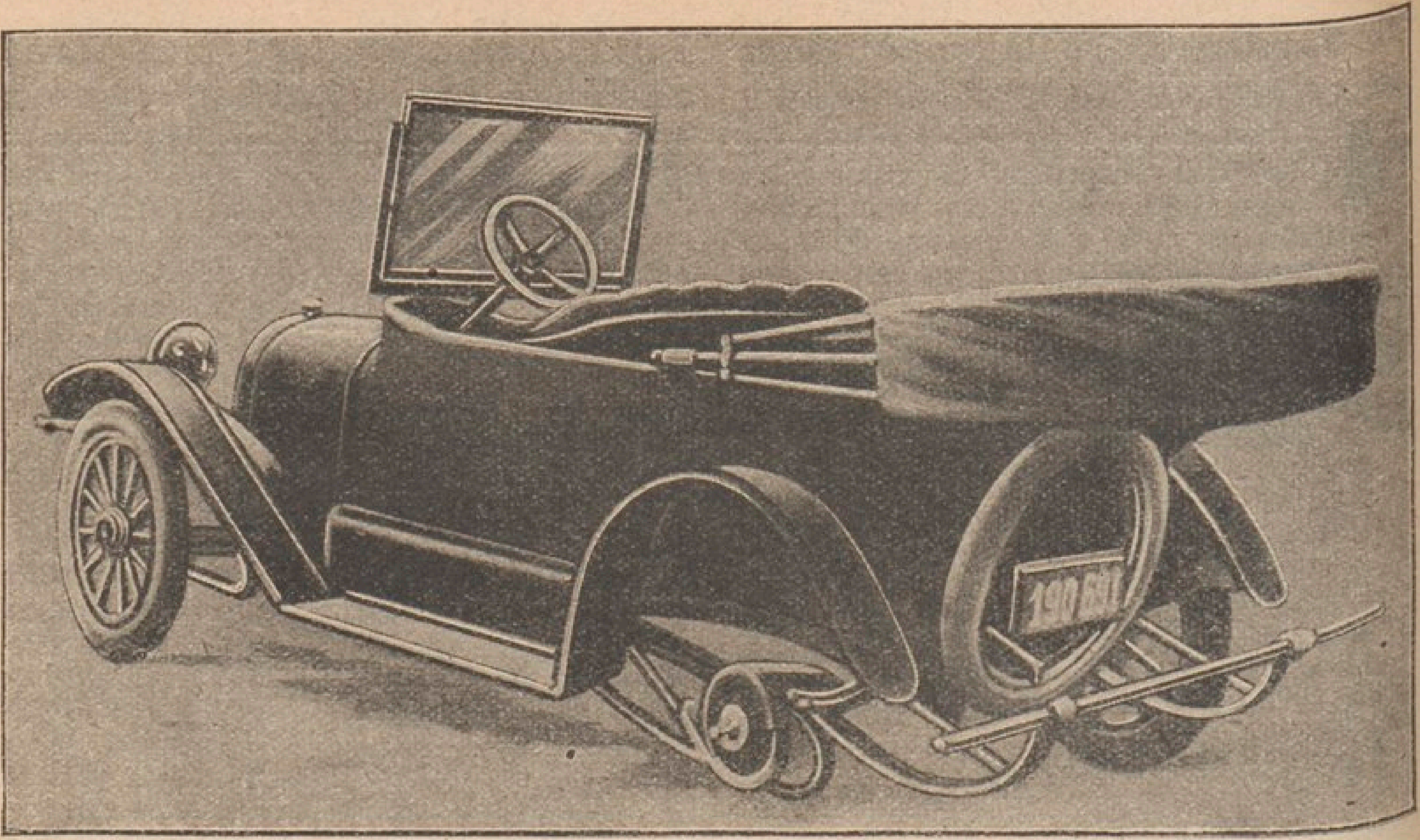
GRACE AUX PISTONS QUI COMMANDENT LE FLÉCHISSEMENT DE SES BRAS D'ACCROCHAGE, CE HAMAC POSSÈDE UNE ÉLASTICITÉ EN RAPPORT AVEC SA CHARGE

Pour franchir les fondrières et éviter les panaches en auto

Pour permettre à l'automobile de franchir de petits fossés ainsi que les excavations, dépressions de terrain et ornières plus ou moins profondes que l'on rencontre sur certaines routes mal entretenues ou dans les chemins de traverse, un Américain a imaginé de munir sa voiture de deux grands patins latéraux. Comme le montrent les deux gravures que nous avons empruntées à notre confrère le *Popular Science Monthly*, ces patins, ou simplement ces lames, si l'on préfère, s'étendent d'avant en arrière de la voiture, sous les essieux, et sont reliés aux deux bouts à un tampon de choc (presque toutes les automobiles américaines sont munies de ces amortisseurs). On comprend que, si le véhicule vient à aborder, par exemple, un fossé, les lames en ques-



MUNIE DE DEUX PATINS LATÉRAUX, CETTE AUTOMOBILE SE RIT DES FOSSÉS ET FONDRIÈRES

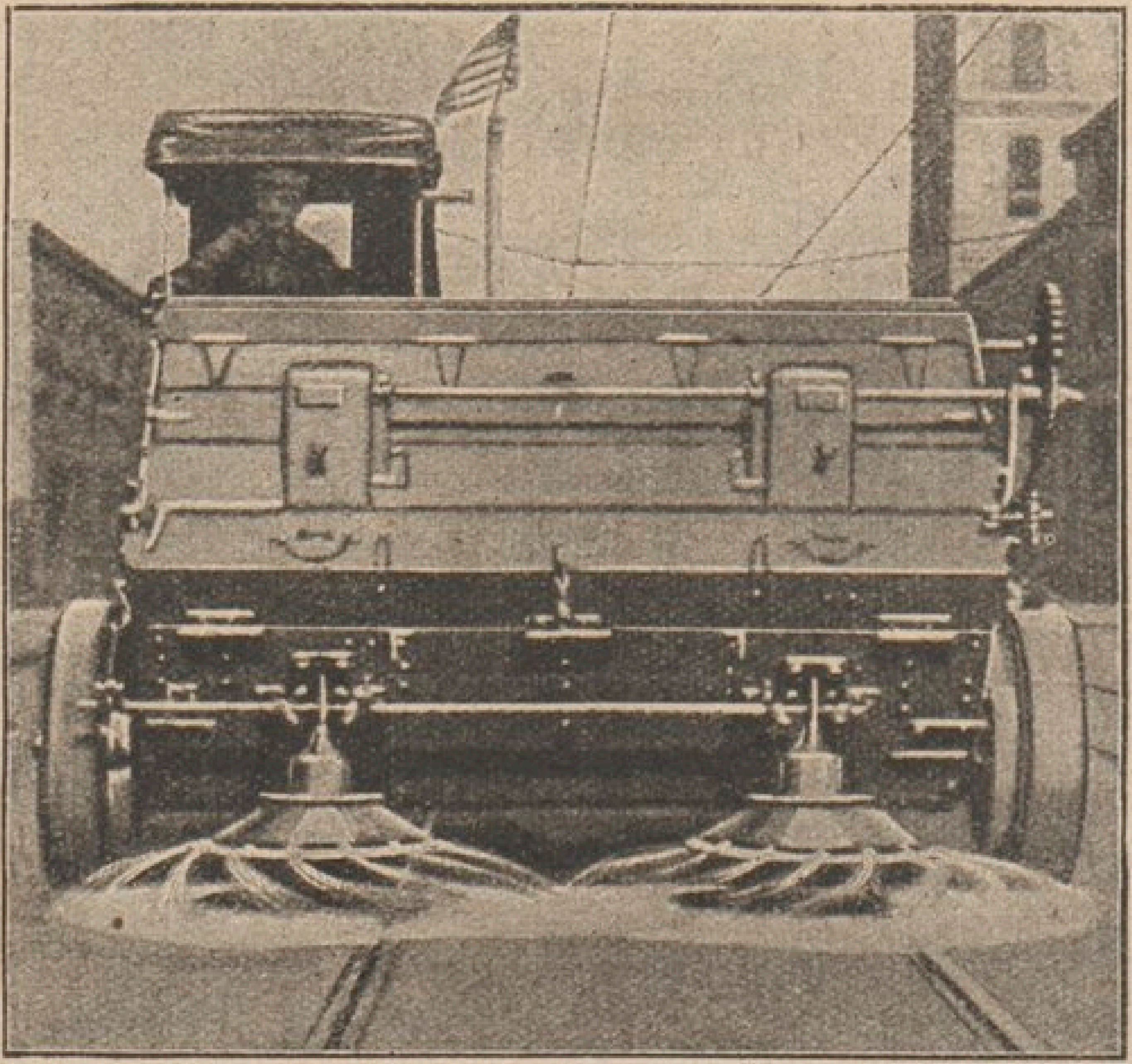


SI UNE ROUE VIENT A SE DÉTACHER, L'AUTOMOBILE NE FAIT PAS PANACHE CAR, SOUTENUE PAR LE PATIN QUI SE TROUVE DE CE COTÉ, ELLE GLISSE JUSQU'A CE QUE SON ÉLAN SOIT FREINÉ

tion joueront un peu le rôle des *caterpillars* des tanks (bien qu'elles ne permettent pas la progression du véhicule) et formeront pont sur l'obstacle ; pour peu que la voiture ait un peu d'élan, elle franchira donc l'obstruction et sans grand risque pour ses roues. D'autre part, si l'une de ces dernières vient à se détacher, l'automobile ne fera pas panache, car, au lieu de reposer et pivoter sur l'extrémité de l'axe privé subitement de sa roue, elle sera supportée par la lame placée du côté correspondant et patinera, glissera, si l'on préfère, jusqu'au moment où son conducteur pourra l'arrêter. A ce moment, l'axe n'étant pas cassé et les freins n'étant pas abîmés, il est facile de réparer et même, sans doute, de remonter la roue qui s'est fâcheusement détachée.

Pour permettre aux balayeuses de répandre du sable

L'INGÉNIEUR en chef du service de nettoiement de San-Francisco a doté les balayeuses automobiles de sa ville d'un équipement amovible qui leur permet, les jours de neige, de verglas et de pluie, à répandre du sable sur la chaussée glissante. Cet équipement, qui se place en avant du véhicule, consiste en deux couronnes symétriques, animées d'un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'arbres et d'engrenages actionnés par le moteur de la voiture. Les couronnes tournent en sens inverse l'une de l'autre. Le sable est contenu dans un coffre placé au-dessus de ces dernières.



DEUX COURONNES ROTATIVES PERMETTENT A CETTE BALAYEUSE DE RÉPANDRE DU SABLE SUR LA CHAUSSÉE

V. RUBOR.

LA « CHRISTIAN SCIENCE »

L'ESPRIT ET L'UNIVERS SPIRITUEL

D'après « Christian Science », la cause première est l'Esprit. L'Esprit infini est la source de tout ce qui existe réellement, autrement dit, il est le Principe qui anime, soutient, contient, maintient et gouverne. Etant donné qu'une cause ne peut engendrer que des effets de même nature que cette cause, l'Esprit doit donc être créateur d'idées ; et, en qualité de réflexions individuelles, celles-ci expriment la substance de l'Esprit et rien d'autre, car il n'y a rien d'autre à exprimer.

Puisqu'il n'y a qu'un Esprit, il y a donc unité dans la Conscience universelle, en laquelle nous avons la vie, le mouvement et l'être ; et parce qu'il y a permanence et harmonie dans l'Esprit, les expressions de celui-ci sont harmonieuses et impérissables. Les idées parfaites d'un Esprit parfait constituent l'univers réel et sont sa substance.

La plupart des philosophes et savants contemporains admettent que la matière n'est pas une entité, mais une image objective de la pensée, la réponse de la conscience à l'action de certaines forces invisibles ; que la résistance, la couleur, le son et autres propriétés phénoménales ne sont pas des qualités inhérentes aux objets eux-mêmes, mais sont des phases de sensations produites dans la conscience par des forces considérées comme agissant du dehors. Nous ne connaissons ces forces que par les sensations qu'elles déterminent en nous et le sens des impressions ainsi reçues dépend du degré et de la qualité de discernement de la conscience réceptrice.

Certains d'entre nous commencent à comprendre qu'ils vivent dans un monde purement mental. Cependant que nous connaissons bon nombre de faits sur pas mal de choses, la connaissance en soi n'en est pas moins un procédé mental, et nous ne pouvons donc connaître l'univers que mentalement. Les objets se présentent à notre conscience sous la forme de concepts, et cela est vrai d'une vérité si inexorable que, philosophiquement parlant, personne n'a jamais rien connu en dehors du cercle de sa propre conscience. Chacun vit dans son monde mental à lui, qui diffère plus ou moins du monde mental de son voisin.

Alors que pour tout ce qui existe, il n'y a qu'une conception ou idée absolument parfaite, la conception de l'Esprit divin, il peut y avoir pour chaque idée de cet Esprit beaucoup de concepts humains. En fait, non seulement deux individus ne voient pas une même chose exactement de la même façon, mais chaque individu, tant qu'il ne voit pas parfaitement, voit une même chose de différents points de vue et, par conséquent, en a des conceptions diverses. Nous voyons une chose différemment suivant que nous sommes dans un état de conscience ou dans un autre.

Puisque toute expérience est mentale, et puisque nous vivons mentalement, n'est-ce pas prendre une attitude logique que de reconnaître l'Esprit comme le Principe de toute existence? « L'univers, comme l'homme doit être interprété par la science d'après son Principe divin, et, de cette façon, on peut le comprendre, mais quand on veut l'expliquer d'après le témoignage des sens et qu'on le représente comme soumis à la croissance, à la maturité et au dépérissement, l'univers, comme l'homme, est et doit continuer d'être une énigme (1). »

De tout ce qui précède, il ne faudrait pas conclure que « Christian Science » nie l'existence de l'univers. Elle ne prétend pas que nous ne voyons pas les êtres et les choses que nous croyons voir. Elle prétend seulement que nous ne les voyons pas sous leur vrai jour, autrement dit que nous les voyons très imparfaitement, et, si l'on peut s'exprimer ainsi, à travers un voile de fausse croyance matérielle qui nous empêche de les voir tels qu'ils sont, de la même manière que des nuages épais nous empêchent de voir la lumière du soleil telle qu'elle est. Dans toutes les formes de la nature, nous ne voyons pas en réalité des harmonies et des beautés multiples, mais nous voyons, plus ou moins imparfaitement, plus ou moins transitoirement, la seule harmonie, la seule beauté parfaite et impérissable, la beauté et l'harmonie de l'Esprit.

Derrière les images projetées de la croyance mortelle sont les idées véritables qu'elles simulent. A ceux qui sont habitués à regarder

(1) *Science et Santé*, par Mary Baker G. Eddy, page 124.

la matière comme substantielle, il peut sembler, nous le répétons, que « Christian Science » veuille, en essayant de détruire cette conception de la matière-substance, supprimer l'univers, alors qu'en réalité, elle l'interprète simplement d'un autre point de vue : du point de vue spirituel.

Mrs Eddy écrit encore dans *Science et Santé* : « L'Esprit est la vie, la substance et la continuité de toutes choses »: Sans doute, la vie se présente à nos yeux sous des aspects multiples et très divers ; mais les formes matérielles des êtres ne constituent pas leur vie réelle. Si un soi-disant corps organique manifeste l'activité de la vie à un moment donné et devient inanimé le moment d'après, ne semble-t-il pas évident que la vie n'est pas une condition de la matière? Ni vie ni action n'existent dans le corps en l'absence de conscience.

En somme, l'Esprit est la substance universelle, dans le sens étymologique du mot substance *(sub stare)*, c'est-à-dire ce qui se tient dessous. Par suite, selon « Christian Science », la matière ou l'univers matériel existe, non comme entité distincte, non comme substance indépendante, mais comme une phase de l'esprit mortel, comme la manifestation d'un état de conscience. Les choses, telles qu'elles nous apparaissent présentement, ne sont que des conceptions erronées de la réalité spirituelle. L'Esprit est le seul Principe et la création est la manifestation de ses idées.

Maintenant, puisque la matière n'existe pas, le praticien de « Christian Science » n'a pas à changer ni à améliorer des conditions matérielles, et l'on conçoit que son traitement soit purement spirituel. Puisque l'Esprit est la seule source de pouvoir, la force-pensée doit donc être la seule force. Aussi, ceux qui se sont tournés vers cette source ont-ils mis en jeu une telle puissance que les résultats n'ont pu paraître que mensongers à beaucoup de gens vivant dans un monde mental qui base tout sur la matière.

Un homme qui croit à la réalité de la matière et du mal admettra facilement qu'un de ses semblables peut être détruit en quelques heures par une certaine maladie ; mais il ne pourra pas croire qu'un autre homme, atteint de cette même maladie puisse aussi être parfaitement guéri en quelques heures sans le secours d'aucun moyen matériel.

Ce scepticisme n'a d'ailleurs rien de surprenant. En effet, si l'on n'admet pas que l'homme vit spirituellement, que l'expérience extérieure est le produit et non la cause de la pensée, il n'y a évidemment pas place dans notre univers pour une démonstration telle qu'une démonstration de « Christian Science ».

Remarquons, pour finir, que ce qui intéresse surtout les christian scientists, ce n'est pas de prouver théoriquement que la matière est non réelle (la science contemporaine s'acquittant assez bien de cette tâche), mais c'est de prouver par démonstration que le type de mentalité qui fournit sa base à la manifestation matérielle est anormal et illégitime. Toutes les sortes de maladies physiques et morales ont été guéries par « Christian Science », et la plupart du temps alors que tout espoir de guérison semblait perdu. Tous ceux qui ont bénéficié directement — et ils sont des centaines de milliers — de l'application de « Christian Science » savent que celle-ci est non seulement une philosophie idéale, mais aussi et surtout une science utile, infiniment utile, applicable à tous les cas et dans toutes les circonstances.

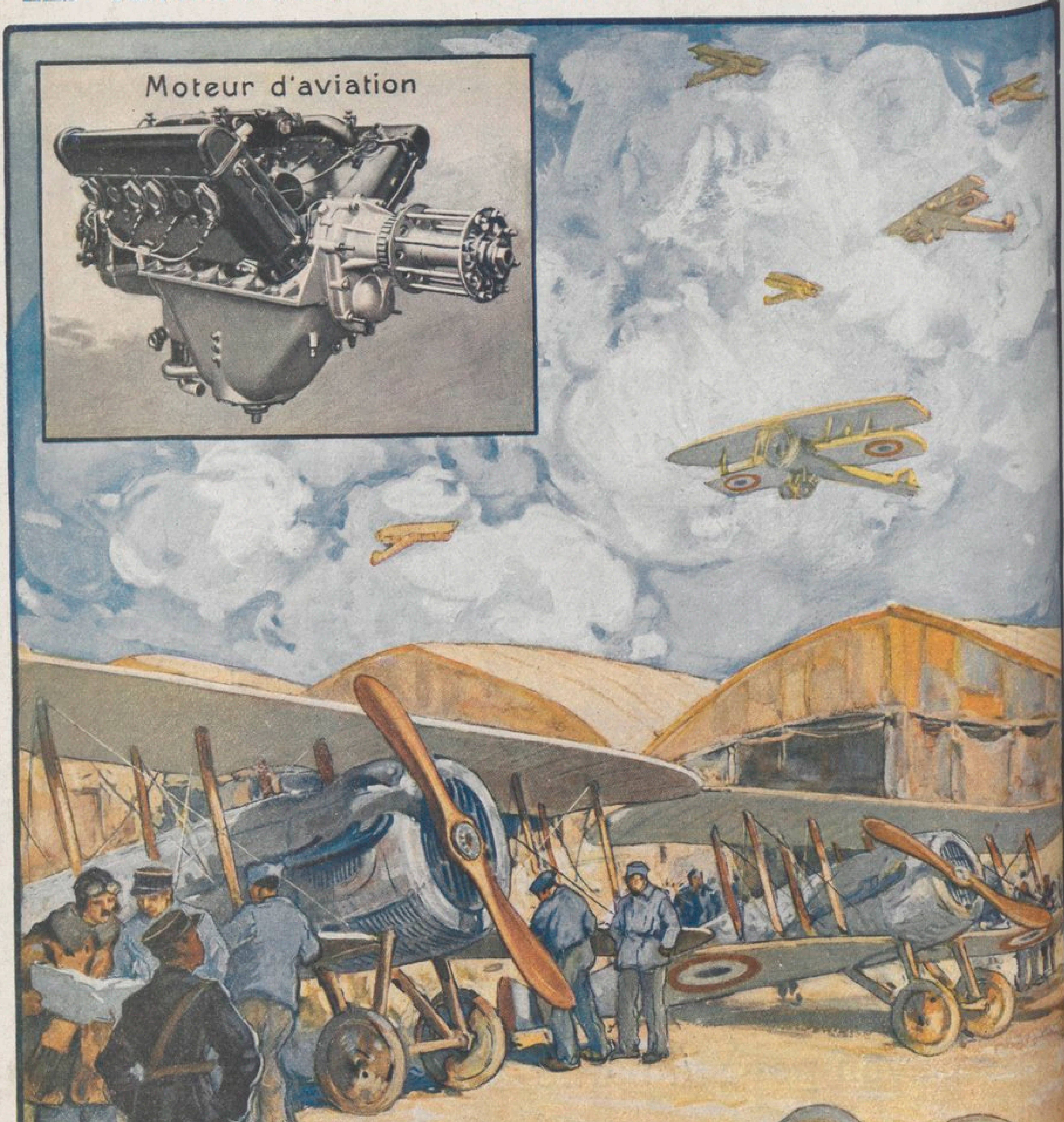
R. Jobert.

Le gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. Verdier, 18, rue d'Enghien.

Se raser
devient
un
plaisir
avec
le
Savon pour la barbe
GIBBS
INVENTÉ depuis plus de 60 ANS
il EST et RESTERA sans rival
PRENEZ GARDE
Exigez le GIBBS Authentique
La plus vieille Maison du monde Fondée en 1712
P. THIBAUD et Cie, 7 et 9, rue La Boëtie, Paris. - Concessionnaires Généraux
de D. & W. GIBBS, Inventeurs du savon pour la barbe et du savon dentifrice.

"LES APPLICATIONS DU MOTEUR BALLOT AUX ARMÉES"



LE PROCHAIN NUMÉRO DE LA "SCIENCE ET LA VIE"
PARAITRA EN SEPTEMBRE 1919